

**Tagungsband zum 29. BBB-Assistententreffen –
Fachkongress der wissenschaftlichen Mitarbeiter der Bereiche
Bauwirtschaft | Baubetrieb | Bauverfahrenstechnik**

Beiträge zum 29. BBB-Assistententreffen vom 06. bis 08. Juni 2018 in Braunschweig

Impressum

Herausgeber: Zentrum für Bau- und Infrastrukturmanagement

Lehrstuhl für Bauwirtschaft und Baubetrieb

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Patrick Schwerdtner

Schleinitzstr. 23 A

38106 Braunschweig

Lehrstuhl für Infrastruktur- und Immobilienmanagement

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Tanja Kessel

Schleinitzstr. 23 A

38106 Braunschweig

Juni 2018

ISBN: 978-3-927115-81-1

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141016-0>

Für den Inhalt der Beiträge sind die Verfasser verantwortlich. Vervielfältigungen, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher Zustimmung der Autoren.

Foto:

Marek Kruszewski/TU Braunschweig (Cover)

Grußwort des Herausgebers

Über 170 Jahre nach der Gründung des Collegium Carolinum steuert die älteste technische Universität Deutschlands auf eine Premiere zu: Zum ersten Mal reisen wissenschaftliche Mitarbeiter aus den D-A-CH-Staaten zum mittlerweile 29. BBB-Assistententreffen in die Löwenstadt. Das Los wollte es, dass unsere Lehrstühle für Infrastruktur- und Immobilienmanagement (IIM) sowie für Bauwirtschaft und Baubetrieb (IBB) die Tagung ausrichten.

Das BBB-Assistententreffen hat sich als Kommunikationsplattform und Netzwerk etabliert und wird in diesem Jahr von den Mitarbeitern des IIM und des IBB organisiert. Nach Bekanntwerden unserer Gastgeberrolle wurde fleißig telefoniert, abgestimmt, diskutiert, ent- und verworfen, bis schlussendlich der Programmablauf stand, der Tagungsband vorlag und die Finanzierung gesichert war. Unsere Mitarbeiter standen vor einer großen Herausforderung, die sie gemeinsam angenommen und als Team bewältigt haben.

Aber auch Sie als TeilnehmerInnen werden maßgeblich zum Gelingen dieser Veranstaltung beitragen. Neben der erfreulich großen Anzahl von Anmeldungen – der Grundlage für ein erfolgreiches BBB-Assistententreffen – werden ihre Beiträge zum Tagungsband und ihre Vorträge im Rahmen der Veranstaltung den wissenschaftlichen Rahmen bilden. Bei der Durchsicht der eingereichten Beiträge fiel uns die große Themenvielfalt auf. Neben klassischen baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Fragestellungen sind ebenso immobilien- und finanzierungsbezogene Themen zu finden. Dieser Eindruck verwundert kaum, denn die Bau- und Immobilienwirtschaft durchläuft bewegte Zeiten.

Die Auswirkungen des digitalen Planens und Bauens, die Prinzipien von Lean Construction, neue baurechtliche Rahmenbedingungen: Selten präsentierte sich unsere Branche so aufgeschlossen für neue Konzepte, selten war der Bedarf nach wissenschaftlicher Unterstützung größer. Die Praxis verlangt nach Antworten auf aktuelle und zukünftige Fragestellungen. Auf Grund der positiven konjunkturellen Lage muss dies nicht selten parallel zum turbulenten Tagesgeschäft erfolgen.

Unsere Teams des IIM und des IBB dürfen durch verschiedene Forschungsprojekte Teil dieser dynamischen Entwicklung sein. Durch die Ergänzung unserer Fachgebiete können wir interdisziplinäre Themen im gesamten Lebenszyklus von Bauwerken bearbeiten und dabei unterschiedliche Perspektiven berücksichtigen. Darüber hinaus hat sich auch die Zusammenarbeit mit anderen Instituten und Fachgebieten unserer Fakultät (z. B. der Architektur) nicht nur als theoretische Option, sondern als reale Möglichkeit zur gemeinsamen Bearbeitung von Aufgabenstellungen an der Schnittstelle von Projektentwicklung, -planung und -realisierung erwiesen. Wir arbeiten in spannenden Zeiten!

Für das bevorstehende BBB-Assistententreffen wünschen wir allen TeilnehmerInnen eine gute Anreise, informative Vorträge, konstruktive Diskussionen und viel Freude bei den geselligen Programmpunkten. Wir heißen Sie herzlich willkommen in Braunschweig!

Tanja Kessel

Patrick Schwerdtner

Inhaltsübersicht

Eine wirtschaftliche Bewertung von Carbon- und Stahlbetonbauteilen	1
<i>R. Adam</i>	
Kooperative Vertragsmodelle – Vergleichende Analyse des GMP- und des Allianz-Vertrages.....	11
<i>A. Al Khafadji S. Scharpf</i>	
Digitale Optimierung der Bauplanung.....	23
<i>J. Backhaus</i>	
Methodischer Ansatz zur Mengenermittlung im Spezialtiefbau und Tunnelbau in offener Bauweise im BIM-Standard	35
<i>G. Bernat A. Brodbeck S. Maier</i>	
Querschnittsstudie zur Anwendung von Building Information Modeling in Planungsbüros.....	47
<i>F. Bialas S. Brokbals V. Wapelhorst</i>	
Vertrags- und Vergütungsmodelle im maschinellen Tunnelbau	65
<i>T. Bisenberger</i>	
Mehrparteienvereinbarungen auf Basis der Theorie relationaler Verträge – Ein Beitrag zur Lösung von Problemen konventioneller Projektabwicklungsformen bei komplexen Bauvorhaben?	75
<i>M. Budau N. Schmitz S. Haghsheno</i>	
Interdisziplinäre Projektbearbeitung mit BIM in der Hochschullehre am Beispiel des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT)	85
<i>M. Deubel I. Zelling P. von Both S. Haghsheno</i>	
Bauzeitschätzung in den frühen Planungsphasen anhand projektspezifischer Referenzgebäude.....	99
<i>A. Händler</i>	
Ein Weg zu automatisiertem Infrastrukturmanagement.....	115
<i>C. Kielhauser B. Adey</i>	
Corporate Governance in der deutschen Bauwirtschaft.....	129
<i>D. Klein</i>	
Nachtragsprävention als Besondere Leistung – Teil 1 Entwurf einer Leistungsbeschreibung.....	139
<i>A. Knopp</i>	
Nachtragsprävention als Besondere Leistung – Teil 2 Analyse der Leistungsbilder des AHO und der HOAI.....	151
<i>A. Knopp</i>	
Großtechnische Umsetzung von Abbruch-, Rückbau- und Recyclingversuchen an Carbonbetonbauteilen.....	161
<i>F. Kopf J. Kortmann</i>	
Digitalisierungsstrategie für fertigende KMU des Baugewerbes.....	171
<i>R. Krüger</i>	

Risikomanagement in Verkehrsinfrastrukturprojekten: Das Risiko Öffentlichkeit.....	181
<i>J. Kutz</i>	
Chancen agiler Methoden für das Bauprojektmanagement	193
<i>K. Lennartz</i>	
BIM als Planen, Bauen & Betreiben mit Navigationssystem	205
<i>L. Lenz R. Krüger K. Weist</i>	
Missstände und Optimierungspotentiale im Zusammenhang mit dem Erlös von Gemeinkostenbestandteilen bei Mengenänderungen gemäß § 2 Abs. 3 VOB/B	219
<i>M. Lücke</i>	
Produktionsplanung und -steuerung in Kleinbauprojekten im laufenden Betrieb auf Basis der Prinzipien des Lean Managements – Vorgehensweise in einem realen Projekt.....	233
<i>S. Oprach N. Ihwas S. Haghsheno</i>	
Impact Investing: Wirkungsorientiertes Investieren im Immobilienbereich	245
<i>S. Peuker</i>	
Übersicht zur Anwendung von Automatisierungstechnologien in Bauausführungsprozessen.....	255
<i>P. Pietsch S. Haghsheno</i>	
Die „Digitale“ Örtliche Bauaufsicht – Prozessoptimierung anhand zweier Forschungsprojekte	273
<i>M. Piskernik H. Urban</i>	
Vergabeprozesse bei Integrierten Projektabwicklungsmodellen – Internationale Variantenbetrachtung unter Beachtung des Preiskriteriums	285
<i>S. Scharpf A. Al Khafadji</i>	
Status quo der Konfliktbeilegungspraxis in der deutschen Bauwirtschaft	297
<i>A. Miguel C. Zech S. Haghsheno</i>	
Digitale Unterstützung in der Verwaltung von Wohnimmobilien	309
<i>K. Schottel</i>	
Veränderungen des Bauproduktionsprozesses bei einem Einsatz von Raummodulen.....	323
<i>J. Schütte</i>	
Empirisch oder normativ? Eine Betrachtung unterschiedlicher Forschungsansätze in der Baubetriebswirtschaft.....	343
<i>N. Simon</i>	
Änderungsmanagement bei komplexen Bauprojekten – innovative Ansätze erforderlich.....	355
<i>T. Uhlendorf</i>	
Einflussfaktoren auf die Gestaltung von Entscheidungsunterstützungssystemen für die Bauwirtschaft	367
<i>D. Waleczko S. Haghsheno</i>	
Revitalisierungspotenzial von Hochbunkern in Deutschland	379
<i>N. Weitmann</i>	

Eine wirtschaftliche Bewertung von Carbon- und Stahlbetonbauteilen

R. Adam

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141020-0>

Dipl.-Ing. Romy Adam
Institut für Baubetriebswesen
TU Dresden
romy.adam@tu-dresden.de

Inhalt

1	Einleitung	2
2	Wirtschaftlicher Vergleich von Carbon- und Stahlbeton	2
2.1	Szenarienentwicklung für einen direkten Bauteilvergleich von Stahl- und Carbonbeton	2
2.2	Beschreibung des Bauteils und verwendete Materialien	4
2.3	Ergebnisse des monetären Bauteilvergleichs	4
2.4	Auswertung der Ergebnisse und Einsparpotentiale von Carbonbetonbauteilen	6
3	Qualitative Hinweise für Carbon- und Stahlbetonbauteile.....	7
3.1	Anwendungshinweise für die Herstellung von Carbonbetonbauteilen im Gießverfahren.....	7
3.2	Qualitative Bewertungskriterien für Carbonbetonbauteile.....	8
4	Zusammenfassung	8

1 Einleitung

Im Rahmen der Forschungsinitiative “Zwanzig20 – C³ Carbon Concrete Composite” trägt das Verbundvorhaben „C³-V1.1 – Entwicklung von Herstell- und Verarbeitungsprozessen von Carbonbeton” zur Reduzierung von Markteintrittsbarrieren bei, indem die Herstellungsprozesse von Carbonbeton in wirtschaftlicher und technischer Hinsicht untersucht werden. Das Forschungsprogramm C³ befasst sich allumfassend mit technologischen, marktorientierten und wertschöpfungsorientierten Themen zu Carbonbeton, um den Baustoff zu einer breiten Anwendung in der Praxis zu führen.¹

Ziel des Verbundvorhabens C³-V1.1 ist die Untersuchung von Carbonbeton im Hinblick auf Einbringverfahren des Feinbetons, unterschiedliche Schalungs- und Bewehrungstechniken und Nachbehandlungsmethoden. Dabei soll nicht nur die Umsetzbarkeit der Herstellung von Carbonbeton betrachtet werden, sondern darüber hinaus Aussagen zur Optimierung der Herstellungsprozesse und der Wirtschaftlichkeit von Bauteilen aus Carbonbeton gemacht werden.

Das Teilvorhaben des Instituts für Baubetriebswesen betrachtet schwerpunktmäßig die monetäre und nicht monetäre Beurteilung der Vor- und Nachteile von Carbonbeton. Im Rahmen der Wirtschaftlichkeit werden insbesondere Herstellkosten von Bauteilen aus Carbonbeton mit Bauteilen aus Stahlbeton verglichen, sowie Montage- und Transportkosten einbezogen. Die qualitative Beurteilung von Carbonbeton befasst sich unter anderem mit der Arbeitssicherheit und den Herstellungsbedingungen der Bauteile. Bei der Auswertung der gewonnenen Erkenntnisse sollen Einsparpotentiale herausgearbeitet und Anwendungshinweise gegeben werden.

2 Wirtschaftlicher Vergleich von Carbon- und Stahlbeton

Für den monetären Vergleich der beiden Bauarten, Carbonbeton und Stahlbeton, werden, bezüglich ihrer Tragfähigkeit, äquivalente Bauteile aus Carbon- und Stahlbeton gegenübergestellt. Die Basis für den Vergleich stellt somit nicht die Außengeometrie, sondern die Leistungsfähigkeit der Bauteile dar. Dies entspricht der Idee von Carbonbeton, dass schlanker und ressourceneffizienter gebaut werden kann als mit Bauteilen aus Stahlbeton.

2.1 Szenarienentwicklung für einen direkten Bauteilvergleich von Stahl- und Carbonbeton

Die monetäre Untersuchung von Carbonbeton und Stahlbeton soll zeigen welche Bauart im direkten Vergleich wirtschaftlicher ist. Dezidierte Aussagen zu den monetären Stärken und Schwächen von Carbonbeton können dabei jedoch nur getroffen werden, wenn konkrete Randbedingungen vorliegen und eine Vergleichsbasis geschaffen wird. Die erste und wichtigste Vergleichsebene ist die bereits beschriebene Äquivalenz in der Tragfähigkeit der Bauteile. Daher können sich die zu vergleichenden Bauteile mitunter in der äußeren Geometrie

¹ Vgl. C³ - Carbon Concrete Composite e. V., <https://www.bauen-neu-denken.de/konzepte/>, Stand 21.02.2015, [zuletzt geprüft am 08.05.2018]

unterscheiden. Die Wahl des Bauteils für den wirtschaftlichen Vergleich, fällt auf ein Neubauteil welches im Fertigteilwerk hergestellt wird. Grund dafür ist die Ausrichtung im Forschungsprojekt C³-V1.1, das sich durch die beteiligten Praxispartner insbesondere mit Carbonbetonbauteilen als Fertig- oder Halbfertigteile befasst. Die Doppel-T-Träger, die in Abbildung 1 und 2 dargestellt sind, wurden im Rahmen des Forschungsprojektes „C³-B2-Bindemittel und Betone“ in einem Fertigteilwerk hergestellt. Die Herstellung der Doppel-T-Träger erfolgte händisch im Werk ohne den Einsatz einer halbautomatisierten Umlaufanlage.

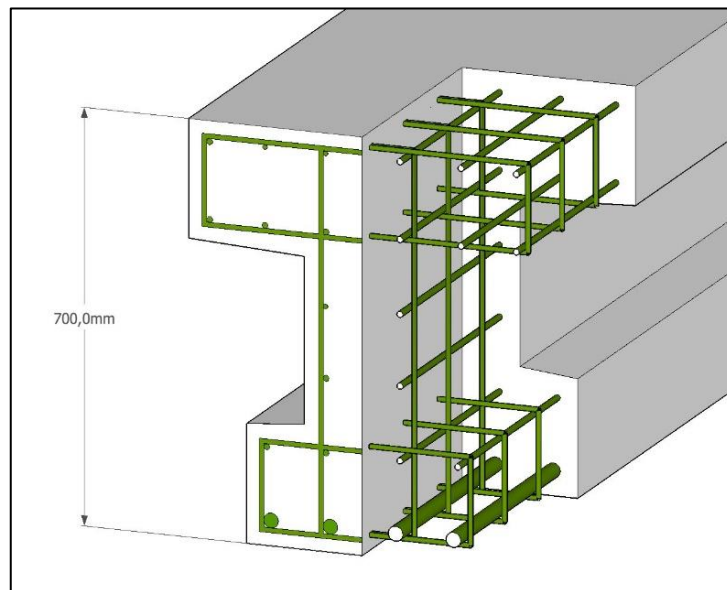


Abbildung 1: Doppel-T-Träger aus Stahlbeton²

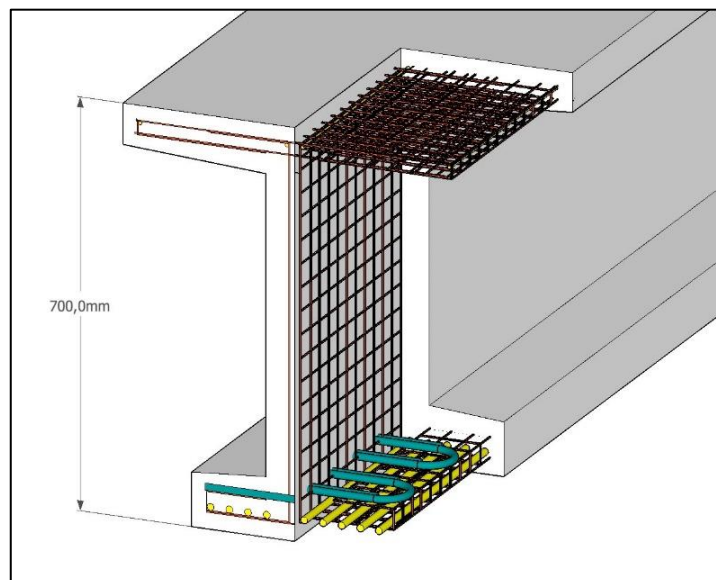


Abbildung 2: Doppel-T-Träger aus Carbonbeton³

² Eigene Darstellung
³ Eigene Darstellung

Für den wirtschaftlichen Vergleich wird ein konkretes Szenario hinsichtlich Stückzahl, Fahrstrecke zur Baustelle und Montagebedingungen entworfen, so dass eine möglichst realistische monetäre Einschätzung erfolgen kann.

Die Doppel-T-Träger werden zu einer Stückzahl von 20 im Fertigteilwerk hergestellt und anschließend mit einem 40 t LKW mit einer Nutzlast von 20 t auf die Baustelle transportiert. Die Baustelle befindet sich in dem Szenario 200 km entfernt vom Fertigteilwerk. Für den Einbau der Träger vor Ort werden Montagekräne gewählt, die die Last des jeweiligen Trägers über eine Auslegerlänge von 28 m heben müssen.

2.2 Beschreibung des Bauteils und verwendete Materialien

Beide Doppel-T-Träger weisen eine Höhe von 70 cm und eine Breite von 60 cm auf.⁴ Sie unterscheiden sich jedoch in der Stärke der Gurte und des Steges. Diese unterscheidet sich durch die geringere Betondeckung, die beim Carbonbetonträger realisiert werden kann, deutlich voneinander. Beide Träger sind 6 m lang. Der Carbonbetonträger hat ein Gewicht von 1,92 t und ist somit halb so schwer wie der äquivalente Träger aus Stahlbeton, der 3,9 t wiegt. Die zur Herstellung eingesetzten Materialien für die Doppel-T-Träger sind aus dem Forschungsprojekt C³-B2⁵ übernommen.

Für den Stahlbetonträger wurde ein C 30/37 Beton verwendet. Der Stahlbewehrungskorb aus Stab- und Bügelbewehrung wird im Werk händisch gefertigt. Der Beton für den Carbonbetonträger ist ein normalfester Feinbeton, mit der Bezeichnung C3 - B2 – NF – 1 – 150 - 8⁶ und einem Größtkorn von 8 mm, der im Rahmen des Projektes C³-B2 entwickelt worden ist. Der entwickelte Beton stellte die Basis für die Zusammensetzung im Fertigteilwerk dar. Der Bewehrungskorb aus Carbon setzt sich aus Bewehrungsmatten GRID Q95/95-CCE-38⁷ aus Carbon von Solidian, Glasfaserstäben Rebar 12 mm und 6 mm von Solidian⁸ und Kunststoffkonsolen von Schöck zusammen.

Für die Kalkulation der Einzelkosten der Teilleistungen (EKT) werden die Kosten für die Betone grundlegend anhand ihrer Rezeptur und Einwaage berechnet. Die Aufwandswerte zur Ermittlung der Vorgangsdauern bei der Herstellung des Carbonbetonträgers werden bei den Versuchen im Rahmen des Forschungsprojektes V1.1 abgeschätzt.⁹

2.3 Ergebnisse des monetären Bauteilvergleichs

Die Ergebnisse des monetären Bauteilvergleichs des Doppel-T-Trägers in Carbon- und Stahlbetonbauweise sind in €/Stk angegeben. In Tabelle 1 sind die kalkulierten EKTs für den

⁴ Vgl. Schneider/Butler/Mechtcherine: Carbon Concrete Composites C 3 - Nachhaltige Bindemittel und Betone für die Zukunft, in: Beton- und Stahlbetonbau (2017), S.792

⁵ Vgl. C³ - Carbon Concrete Composite e. V., <https://www.bauen-neu-denken.de/vorhaben/b2-bindemittel-und-betone/>, Stand 03.11.2016, [zuletzt geprüft am 08.05.2018]

⁶ Vgl. Schneider/Butler/Mechtcherine: Carbon Concrete Composites C 3 - Nachhaltige Bindemittel und Betone für die Zukunft, in: Beton- und Stahlbetonbau (2017), S.791

⁷ Vgl. Solidian, <https://www.solidian.com/>, Stand 08.05.2018

⁸ Ebd.

⁹ Aufwandswerte für das Bewehren und Betonieren mit Textilbeton liegen bisher noch nicht vor, so dass im Rahmen von V1.1 Aufwandswerte bei den durchgeführten Versuchen und Bauteilherstellung aufgenommen wurden, um eine Einschätzung für die Kalkulation vornehmen zu können.

Carbon- und Stahlbetonträger insgesamt und unterteilt in Herstellungs-, Transport- und Montagekosten dargestellt. Die Herstellungskosten sind des Weiteren in Stoff- und Lohnkosten gegliedert, damit der Einfluss von Baustoffen und Einbauprozessen auf die Kosten aufgezeigt werden kann.

Tabelle 1: Kostenvergleich Carbon- und Stahlbeton für Doppel-T-Träger¹⁰

	Stahlbetonkosten EKT [€/Stk.]	Carbonbetonkosten EKT [€/Stk.]	Carbonbeton/ Stahlbeton
Herstellung	<u>988,00 €</u>	<u>2.289,00 €</u>	<u>2,3</u>
Stoffkosten gesamt	<u>448,00 €</u>	<u>1.546,00 €</u>	<u>3,4</u>
Beton	104,00 €	69,00 €	0,7
Bewehrung	94,00 €	1.214,00 €	13,0
Schalung	239,00 €	253,00 €	1,0
Hilfsmittel	10,00 €	10,00 €	1,0
Lohnkosten gesamt	<u>541,00 €</u>	<u>743,00 €</u>	<u>1,4</u>
Einschalen	237,00 €	237,00 €	1,0
Bewehren	120,00 €	360,00 €	3,0
Beton herstellen	15,00 €	15,00 €	1,0
Betonieren	95,00 €	57,00 €	0,6
Ausschalen	59,00 €	59,00 €	1,0
Nachbehandeln	15,00 €	15,00 €	1,0
Transport	<u>210,00 €</u>	<u>105,00 €</u>	<u>0,5</u>
Transportkosten	203,00 €	102,00 €	0,5
Mautkosten	6,00 €	3,00 €	0,5
Montage	<u>160,00 €</u>	<u>125,00 €</u>	<u>0,8</u>
Lohnkosten	60,00 €	60,00 €	1,0
Gerätekosten	90,00 €	55,00 €	0,6
Materialkosten	10,00 €	10,00 €	1,0
Gesamtkosten	<u>1.359,00 €</u>	<u>2.519,00 €</u>	<u>1,9</u>

Die letzte Spalte in Tabelle 1 zeigt das Verhältnis der Stückkosten zwischen Carbon- und Stahlbeton. Betrachtet man die Komponenten Herstellungs-, Transport- und Montagekosten in Summe, stellt sich heraus, dass der Träger aus Carbonbeton um das 1,85-fach höhere Kosten verursacht als der äquivalente Träger aus Stahlbeton. Das Ergebnis ergibt sich unter den spezifischen Randbedingungen des gewählten Szenarios.

Die reinen Herstellungskosten, zusammengesetzt aus Stoff- und Lohnkosten, sind sogar um das 2,3-fach höher. Ausschlaggebend für die höheren Kosten sind die außerordentlich hohen Bewehrungskosten (13-fach höher), die maßgeblich durch den hohen Carbonpreis der Gelege und Stäbe hervorgerufen werden. Die niedrigeren Betonkosten pro Bauteil sind auf das geringere Betonvolumen des Carbonbetonträgers zurück zu führen. Die höheren Lohnkosten, welche beim Carbonbetonträger 1,4-fach höher sind, kommen durch den erhöhten Zeitaufwand beim Vorgang des Bewehrens zustande. Das Flechten des aufwendigen Bewehrungskorbes, das Anbringen der einzelnen Abstandhalter und der unbekannte Umgang

¹⁰ Eigene Darstellung

mit dem Baustoff Carbon sorgen für die 3-fach höheren Kosten beim Vorgang Bewehren. Die geringen Kosten bei der Betonage kommen durch das geringere Betonvolumen zustande. Allerdings ist das Betonieren des Carbonträgers durch die geringen Maschenweiten des Bewehrungskorbes komplizierter, so dass trotz des halben Volumens ein Faktor von 0,6 ermittelt wurde. Die Kosten von Schalung und Hilfsmittel sowie das Ein- und Ausschalen, Nachbehandeln und Herstellen des Betons unterscheiden sich bei den Trägern nicht voneinander und sind nur der Vollständigkeit halber mit aufgeführt.

Die Transportkosten der jeweils 20 Träger werden auf ein Bauteil umgerechnet und als Stückkosten in Tabelle 1 aufgeführt. Das um die Hälfte geringere Gewicht des Carbonbetonträgers führt dazu, dass doppelt so viele Träger von einem LKW transportiert werden können und somit die Stückkosten um die Hälfte sinken.

Die Montagekosten unterscheiden sich ausschließlich bei den Gerätekosten, die aufgrund unterschiedlicher Geräteauswahl zustande kommt. Der Gewichtsvorteil des Carbonbetonträgers führt zur Auswahl eines kleineren Montagekrans und resultiert in geringeren Kosten für die Gerätemiete.

2.4 Auswertung der Ergebnisse und Einsparpotentiale von Carbonbetonbauteilen

Im direkten Vergleich ist das Bauteil aus Carbonbeton unter momentanen Bedingungen in der Herstellung kostenintensiver als das Stahlbetonbauteil. Grund dafür sind in erster Linie die hohen Stoffkosten des Bewehrungskorbes aus Carbon.

Nachfolgend sind noch einmal die Ursachen für die höheren Herstellungskosten des Carbonbetonträgers aufgeführt:

- 13-fach höhere Stoffkosten der Bewehrung,
- 1,4-fach höhere Lohnkosten für äquivalentes Bauteil,
- jedoch nur 0,7-fach geringere Betonkosten.

Auf Grund der ermittelten Ursachen für die höheren Herstellungskosten ergeben sich Optimierungspotenziale:

- Die Kosten für die Carbonbewehrung müssen drastisch sinken damit die Herstellung von Carbonbeton wirtschaftlicher wird. Eine größere Auswahl von Herstellern für Carbonbewehrung auf dem Markt würde der momentanen Monopolstellung einzelner Hersteller entgegenwirken.
- Die Dimensionierung der Bauteile muss weiter optimiert werden, so dass Vorteile durch den geringeren Betoneinsatz größeren Einfluss haben. Außerdem sollten die Stoffkosten des Feinbetons durch Optimierung der Betonzusammenstellung gesenkt werden.
- Die Lohnkosten können durch Einarbeitungseffekte und effizientere Herstellung gesenkt werden. Mehraufwand bei der Herstellung wird insbesondere durch Anbringen punktförmiger Abstandhalter hervorgerufen. Wenn keine erhöhten Oberflächenqualitäten erforderlich sind, sollten lineare Abstandhalter eingesetzt werden. Formstücke aus Carbongelege werden die Herstellungszeit des Bewehrungskorbes weiter herabsetzen. Jedoch sind die Stoffkosten der Formstücke momentan noch so hoch, dass

die Kosteneinsparung der geringeren Herstellungszeit für die Gesamtkosten keine Auswirkung hätte.

Betrachtet man nur die Herstellungskosten äquivalenter Bauteile aus Carbon- und Stahlbeton, ergeben sich zusammengefasst die größten Einsparpotentiale bei den reinen Stoffkosten der Carbonbewehrung. Diese sind hauptsächlich für die 2,3-fach höheren Herstellungskosten verantwortlich. Die höheren Lohnkosten auf Grund des erhöhten Herstellungsaufwandes sind anteilig deutlich niedriger.

Einsparpotenziale gegenüber herkömmlichen Bauarten sind somit zum momentanen Zeitpunkt nicht bezüglich der Herstellung der Bauteile zu sehen, jedoch beim Transport und der Montage von Fertigteilen. Das geringere Gewicht des Carbonbetonbauteils ist dabei der entscheidende Faktor. Für das Vergleichsszenario des Doppel-T-Trägers können folgende Einsparpotenziale ausgemacht werden:

- 0,5-fach geringere Transportkosten pro Bauteil
- 0,8-fach geringere Montagekosten pro Bauteil

Wichtig sind immer die konkreten Randbedingungen eines Auftrages, wie die Stückzahl der Fertigteillemente, die Montagbedingungen auf der Baustelle oder die Auswahl der Geräte. Das geringere Gewicht hat insbesondere großen Einfluss auf die Transportkosten, da pro LKW deutlich mehr Fertigteile transportiert werden können. Dieser Effekt ist jedoch nur ab einer bestimmten Anzahl von Elementen zu erkennen. Welche Anzahl notwendig ist hängt dabei von dem individuellen Bauteil ab.

3 Qualitative Hinweise für Carbon- und Stahlbetonbauteile

Bei der Herstellung von Carbonbetonbauteilen können aufgrund der besonderen Eigenschaften der Materialien neue Schwierigkeiten auftreten, die im Rahmen der konventionellen Stahlbetonbauweise unbekannt sind. Auch über den Herstellungsprozess hinaus weisen Bauteile aus Carbonbeton Vor- und Nachteile gegenüber Stahlbetonbauteilen auf.

3.1 Anwendungshinweise für die Herstellung von Carbonbetonbauteilen im Gießverfahren

Während der Herstellung des Doppel-T-Trägers aus Carbonbeton sowie bei anderen Neubauteilen im Rahmen des Forschungsprojektes C³-V1.1 konnten erste Erkenntnisse zur Qualitätssicherung während des Herstellungsprozesses gewonnen werden:

- Carbongelege müssen aufgrund der geringen Dichte beim Gießverfahren gegen Aufschwimmen gesichert werden,
- bei geringen Maschenweiten ist ein Arbeitsschritt für die Schaffung von Aussparungen für Einbauteile oder Innenrüttler vorzusehen,
- Rezepturen der im C³-Projekt entwickelten Betone erwiesen sich hinsichtlich ihrer Konsistenz als störanfällig und feuchtesensibel. Gründe hierfür können falsche Anteilverhältnisse, unterschiedliche Mischertypen und Chargengrößen sein.

Generell ist festzuhalten, dass es bei hochbewehrten und komplexen Bauteilen zu Problemen mit der Verteilung und Verdichtung des Betons kommen kann. Bei weniger komplexen

Bauteilen aus Carbonbeton, z. B. plattenartigen Bauteilen, erweist sich das Einbringen des Betons als weniger problematisch.

3.2 Qualitative Bewertungskriterien für Carbonbetonbauteile

Nicht nur monetäre Kriterien können bei der Bewertung von Carbonbetonbauteilen entscheidend sein. Qualitative Kriterien sowie Vor- und Nachteile, die zum Beispiel aus der Materialzusammensetzung hervor gehen, können ebenfalls großen Einfluss auf eine Bewertung des Carbonbetonbauteils haben.

Neben dem offensichtlichen Vorteil des Carbonbetons, nämlich der nicht vorhandenen Korrosion der Bewehrung, sind auch andere wichtige Vorteile bei der Herstellung, der Montage und der Nutzungsphase zu nennen. Allerdings sind auch Nachteile und noch zu lösende Herausforderungen bezüglich des Carbonbetons aufzuzählen. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit sollen einige Vor- und Nachteile von Carbonbetonbauteilen im Vergleich zu denen aus Stahlbeton genannt werden. Diese wurden bisher nicht quantifiziert, sondern werden lediglich genannt, um auf einen noch bestehenden Forschungsbedarf hinzuweisen.

Die wichtigsten Vorteile von Carbonbetonbauteilen bestehen während des Herstellprozesses bei der körperlichen Belastung der Arbeiter. Durch das geringe Gewicht der Bewehrung verringert sich die körperliche Belastung der Arbeiter deutlich. Zusätzlich sind keine Hebezeuge notwendig. Außerdem sind Bewehrungsmatten deutlich einfacher zu modifizieren, durch einfaches Heraustrennen von Gelegeteilen für Aussparungen. Insgesamt ist die Herstellung eines Carbonbetonbauteils häufig jedoch komplexer als die eines Stahlbetonbauteils. Gründe dafür sind unter anderem die problematische Einhaltung der Lagestabilität der Bewehrung und die Störanfälligkeit der Betonrezepturen. Die Herstellprozesse für Carbonbetonbauteilen müssen daher hinsichtlich des Umgangs mit Carbon noch weiterentwickelt werden.

Das geringere Gewicht von äquivalenten Bauteilen aus Carbonbeton führt außerdem zu weiteren Vorteilen. Carbonbetonbauteile sind in Bezug auf den Beton deutlich ressourceneffizienter. Bei dem Vergleich der Doppel-T-Träger ist eine Betoneinsparung von 50 % zu verzeichnen. Die vorgesehene Lebensdauer von Carbonbetonbauteilen soll die Lebensdauer von Stahlbetonbauteilen durch die Korrosionsbeständigkeit deutlich übertreffen. Die Dauerhaftigkeit von Carbonbetonbauteilen ist jedoch in der Praxis noch zu testen.

Auch andere Fragen im Zusammenhang mit der Gebrauchstauglichkeit, dem Rückbau und Recycling oder dem Brandverhalten von Carbonbetonbauteilen sind derzeit noch nicht vollständig geklärt und Gegenstand aktueller Forschungsvorhaben.

4 Zusammenfassung

Die wirtschaftliche und qualitative Bewertung von Carbonbetonbauteilen ist Bestandteil des Verbundvorhabens C³-V1.1 „Entwicklung von Herstell- und Verarbeitungsprozessen von Carbonbeton“. Die monetäre Bewertung beruht auf dem Vergleich äquivalenter Bauteile aus Carbon- und Stahlbeton. Die Äquivalenz besteht dabei in der Tragfähigkeit beider Bauteile. Anhand eines entwickelten Auftragsszenarios für zwei im Fertigteilwerk hergestellte Doppel-T-Träger werden jeweils Herstell-, Transport- und Montagekosten ermittelt und miteinander verglichen. Der Vergleich der Gesamtkosten zeigt unter den zu Grunde gelegten Randbe-

dingungen, dass der Carbonbetonträger um das 1,9-fach höhere Kosten verursacht. Grund dafür sind die deutlich höheren Herstellkosten pro Stück. Insbesondere der hohe Carbonpreis ist für die hohen Stoffkosten des Carbonträgers verantwortlich. Die Transport- und Montagekosten sind für den Carbonbetonträger geringer als für den Stahlbetonträger. Dies begründet sich in dem geringeren Gewicht des Carbonbetonträgers. Der Vergleich der beiden Bauteile zeigt über die monetären Schwächen des Carbonbetonträgers hinaus jedoch auch qualitative Stärken. Die Betoneinsparung um 50 % zeigt deutlich, dass eine ressourcenschonendere Bauweise mit Carbonbeton möglich ist.

Literaturverzeichnis

C³ - Carbon Concrete Composite e. V. (2015)

<https://www.bauen-neu-denken.de/konzepte/>, Stand 21.02.2015, [zuletzt geprüft am 08.05.2018]

C³ - Carbon Concrete Composite e. V. (2016)

<https://www.bauen-neu-denken.de/vorhaben/b2-bindemittel-und-betone/>, Stand 03.11.2016, [zuletzt geprüft am 08.05.2018]

Schneider, K./Butler, M./Mechtcherine, V. (2017)

Carbon Concrete Composites C 3 - Nachhaltige Bindemittel und Betone für die Zukunft, in: Beton- und Stahlbetonbau 112 (12), S. 784-794, 2017

Solidian (2018)

<https://www.solidian.com/produkte/>, Stand 08.05.2018

Kooperative Vertragsmodelle – Vergleichende Analyse des GMP- und des Allianz-Vertrages

A. Al Khafadji | S. Scharpf

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141026-0>

Amer Al Khafadji M.Sc. M.Sc.
Institut für Baubetriebslehre
Universität Stuttgart
amer.alkhafadji@ibl.uni-stuttgart.de

Dipl.-Wirt.-Ing. Sebastian Scharpf
Institut für Baubetriebslehre
Universität Stuttgart
sebastian.scharpf@ibl.uni-stuttgart.de

Inhalt

1	Einleitung	12
2	Problemstellung und Ausgangslage	12
3	Vergleich GMP- und Allianz-Vertrag.....	13
3.1	Wesentliche Charakteristika.....	14
3.2	Partnerwahl	15
3.3	Risikoverteilung	16
3.4	Vergütungssystem und Anreizmechanismen	18
3.5	Umgang mit Konflikten.....	20
4	Zusammenfassung und Fazit.....	20

1 Einleitung

Klassische Vertragsformen wie bspw. der Einheitspreisvertrag oder der konventionelle Pauschalvertrag sind in Verbindung mit üblichen Abwicklungsmodellen wie bspw. GU/TU-Vergaben oder Einzelgewerkvergaben nach wie vor die übliche Praxis in der deutschen Bauwirtschaft. Mit zunehmender Projektgröße und insbesondere bei steigender Projektkomplexität werden die inhärenten Defizite klassischer Vertragsformen sowohl für die Fachwelt als auch für die breite Öffentlichkeit in Form von deutlichen Kostenüberschreitungen, verschobenen Fertigstellungsterminen und öffentlich ausgetragenen Konflikten sichtbar. Dies rührt nicht zuletzt aus dem konfrontativen Charakter dieser Vertrags- und Vergabeformen. Die übliche Trennung von Planung und Ausführung erschwert zudem das frühzeitige Einbeziehen der ausführenden Unternehmen.¹ Obwohl die beschriebenen Defizite klassischer Vertragsmodelle weitestgehend bekannt sind, werden sie weiterhin, den Misstrauenzustand inkaufnehmend, angewandt.

2 Problemstellung und Ausgangslage

Der Faktor des Homo oeconomicus oder des (eigenen) Nutzenmaximierers, der in jedem wirtschaftlich handelnden Akteur inhärent ist, führt i. V. m. der Architektur konventioneller Vertragsmodelle zwangsläufig zu entgegengesetzten Interessen und dadurch zu konfrontativem Handeln. Es ist erwartbar, dass die einzelnen Projektparteien sich in jeder Entscheidungssituation für diejenige Handlung entscheiden, die für sie am vorteilhaftesten erscheint. Sie verfolgen, begründet auf dem Vertragsmodell, divergente Interessen. Dementsprechend stellen Sie nicht zwangsläufig den gemeinsamen Projekterfolg in den Vordergrund. Dieses betriebswissenschaftlich erklärbare Verhalten schürt unter den Projektparteien einen Zustand des Gegeneinanders und des Misstrauens und konterkariert Offenheit, Vertrauen und kollaboratives Arbeiten. Dies spiegelt sich unter anderem in höheren Risikozuschlägen und im Abstellen von Ressourcen zur Stellung und Abwehr von Nachträgen wider. Dieses Verhalten reduziert wiederum die Wertschöpfung.

Daraus folgernd sollten neuartige Projektabwicklungsmodelle derart gestaltet sein, dass zusätzlich zu den bereits erwähnten Anforderungen, die divergenten Einzelinteressen durch ein Motivationsmodell in eine gemeinsame Zielrichtung überführt und so echte „win-win“ und „lose-lose“-Situationen geschaffen werden. Der eigene Vorteil bzw. Nachteil sollte sich mit dem der anderen Projektbeteiligten und des gesamten Projekts decken. Somit wird aufgrund des weiterhin bestehenden Bestrebens des Homo oeconomicus, aus dem „Best for me“-Denken ein „Best for Project“-Handeln. Die Leistungserbringung soll, anders als in den klassischen Vertragsmodellen, als Arbeiten in einem einzigen Projektteam verstanden werden. Wertschöpfende Tätigkeiten sollen proaktiv vermieden, Effizienz gesteigert und Innovationsbereitschaft gefördert werden.

Im Folgenden werden zwei Projektabwicklungsmodelle auf die erwähnten Anforderungen hin untersucht und vergleichend analysiert.

¹ Vgl. Mathoi (2008), S. 13

3 Vergleich GMP- und Allianz-Vertrag

In der Praxis kommt die Frage vermehrt auf, welche Neuerungen bzw. Vorteile ein Allianz-Vertrag gegenüber den bereits bekannten kooperativen Vertragsmodellen, wie bspw. der GMP-Vertrag, aufweist. Der GMP-Vertrag ist in der Praxis wohlbekannt und wurde teilweise mit positivem Ausgang praktiziert. In der vorliegenden Abhandlung werden Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen dem auf dem deutschen Bauproduktmarkt bekannten GMP- und dem weniger praktizierten Allianz-Vertragsmodell durch eine vergleichende Analyse aufgezeigt.

Es bestehen weitere zahlreiche kooperative Vertragsmodelle, deren umfangreiche Betrachtung jedoch den Rahmen dieser Arbeit übersteigen würde.

Der GMP²-Vertrag wurde in den 1970er Jahren in den USA entwickelt und hat bereits Anfang der 1990er Jahre Einzug in den deutschen Bauproduktmarkt gefunden.³ Der Allianz-Vertrag wurde in den frühen 1990er Jahre erstmals für Anlagenbauprojekte in der Nordsee angewendet.⁴ Bereits Mitte der 1990er Jahre⁵ wurde diese Projektabwicklungsform in Australien adaptiert. In Deutschland wurde sie bisher jedoch kaum angewendet. Den Autoren ist nur ein einziges abgeschlossenes Allianz-Projekt in Deutschland bekannt. Dabei handelt es sich um ein Anlagenbauprojekt des Unternehmens Veba Oel AG aus den Jahren 2000-2001.⁶

Oberflächlich betrachtet bestehen zahlreiche Überschneidungen zwischen dem Allianz- und dem GMP-Vertragsmodell. Zur Schaffung von „Win-Win-Situationen“ sehen beide Vertragskonstrukte ein auf finanzielle Erfolgsbeteiligung basierendes Motivationsmodell vor. Dem dadurch erforderlich werdenden offenen Vertrauensverhältnis wird in beiden Vertragsmodellen mit einem „Open Book“-Prinzip begegnet. Darüber hinaus zielen beide Vertragsmodelle auf eine Reduzierung des Nachtragswesens und auf aktive Konfliktprävention ab, wodurch sich gerichtliche Auseinandersetzungen vermeiden lassen sollen. Desweiteren setzen beide Vertragsmodelle auf ein mehr oder minder tiefgreifendes kooperatives Verhältnis zwischen Bauherr und Auftragnehmer.⁷

Bei näherer Betrachtung zeigt sich jedoch, dass sich die Vertragsmodelle in großem Maße unterscheiden und prinzipiell sogar entgegengesetzte Abwicklungsphilosophien verfolgen. In Tabelle 1 ist eine qualitative Gegenüberstellung der Projektabwicklungsformen, in welche die Vertragsmodelle eingebettet sind bzw. die durch die Merkmale der Vertragsmodelle geschaffen werden, dargestellt. Darin wird die Ausprägung einiger Merkmale von kooperativen Vertragsmodellen qualitativ verglichen.

² Engl. für Guaranteed-Maximum-Price

³ Vgl. Haghsheno (2004), S. 35 f

⁴ Vgl. Ross (2003), S. 17

⁵ Vgl. Commonwealth of Australia (2015), S. 27

⁶ Vgl. <http://beschaffung-aktuell.industrie.de/allgemein/der-allianzvertrag/>, Zugriff am 03.08.2017.

⁷ Vgl. Heidemann (2010), S. 36

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Projektabwicklungsformen⁸

Merkmal	Projektabwicklungsform	
	GMP	Allianz
Schwerpunkt auf qualitative Kriterien im Auswahlverfahren	+	++
Open book-Prinzip	+	++
Anreizsysteme	+	+
Streitbeilegung, Rechtsmittelverzicht	0 (Zwar vereinbart, jedoch in der Praxis keine Reduzierung)	++
Frühzeitige Einbindung der Akteure	+	+
Kollektive Risikoübernahme	0	++
Selbstkostenerstattung	+ (Bis zur Höhe des GMP)	++
Mehrparteienvertrag	0	++
Auftraggeber ist Teil des Projektabwicklungsteams	0	++
Legende: ++: Starke Ausprägung; +: Merkmal Vorhanden; 0: Merkmal nicht vorhanden		

Um den Rahmen dieser Betrachtung nicht zu überschreiten, werden im Folgenden die wesentlichen Unterschiede dieser Vertragsmodelle anhand einiger ausgesuchter Aspekte aufgezeigt.

3.1 Wesentliche Charakteristika

Eine grobe Kategorisierung der betrachteten Verträge führt dazu, dass der GMP-Vertrag wie bspw. ein FIDIC-Vertragsmuster auf einem vertragsorientierten Abwicklungsmodell basiert. Der Allianz-Vertrag hingegen ist ein abwicklungsgetriebenes oder organisationsorientiertes Abwicklungsmodell.⁹ Dies spiegelt sich unter anderem darin wider, dass die Schnittstellendefinition auf Interaktionen der Beteiligten basiert und keine Haftungsgrenzen an Schnittstellen herrschen. Das Bauprojekt wird als Gesamtsystem betrachtet, woraus sich der Gesamtprojekterfolg für die Allianz ableiten lässt. Konsequenterweise werden in einer Allianz Entscheidungen nur einstimmig getroffen.¹⁰

Zwar schreiben beide Vertragsmodelle ein „Open book“-Prinzip vor, jedoch sind bei genauerer Betrachtung große Unterschiede in der praktischen Umsetzung dieses Prinzips zu erkennen. Innerhalb von Allianzen ist das „Open book“-Prinzip deutlich weitreichender als es üblicherweise bei GMP-Verträgen der Fall ist. In einem GMP-Vertrag wird der Auftragnehmer (AN) verpflichtet, die zur Überprüfung der tatsächlich entstandenen Kosten notwendigen Unterlagen offen zu legen.¹¹ In der Praxis ist das bloße Offenlegen der Vergabepreise üblich. Dahingegen ist es in Allianzen Usus, dass die Buchhaltung des betreffenden Projekts vollständig offengelegt wird und durch einen, vom Bauherrn beauftragten, externen Wirtschafts-

⁸ Eigene Darstellung

⁹ Vgl. Tautschnig (2014), S. 9

¹⁰ Siehe Kap. 3.2

¹¹ Vgl. Hagsheno (2004), S. 57 f

prüfer in Form von regelmäßig stattfindenden „financial audits“ geprüft wird. Darüber hinaus können auch abgeschlossene Projekte des Allianzpartners untersucht werden. Dies dient zur Validierung der im Auswahlprozess durch den Allianzpartner gemachten Angaben.¹²

3.2 Partnerwahl

Grundsätzlich bestehen drei Bestimmungsmethoden, wie ein GMP-Vertrag zwischen Auftraggeber (AG) und AN zustande kommen könnte. Die traditionelle GMP-Methode, die GMP-Budget-Methode und die GMP-Wettbewerb-Methode.¹³ Die vorliegende Arbeit beleuchtet, zur besseren Vergleichbarkeit, ausschließlich die erstgenannte Methode

Nach der traditionellen GMP-Methode sucht der AG den GMP-Partner nach Fertigstellung der Grundlagenermittlung aus und entwickelt mit diesem das Projekt bis zu einem bestimmten Planungsstand (Stufe 1). Der GMP-Partner schlägt anschließend dem AG ein GMP vor. Sollte es zu einer Einigung kommen, wird der GMP-Partner für die Stufe 2 beauftragt und das Projekt gemeinsam vollendet.¹⁴ Der beschriebene zweistufige Ablauf zur Partnerwahl ähnelt im Groben dem üblichen Vorgehen in einer Allianz.

Weitere Parallelen sind in den für die Beauftragung zu Grunde zu legenden Kriterien ersichtlich. Da die Partnerwahl bei den betrachteten Vertragsmodellen zu einem frühen Projektzeitpunkt getroffen wird, ist ein reiner Preiswettbewerb nicht zielführend. In einer Allianz ist vor der Projektdefinitionsphase (GMP: Stufe 1) eine Formierungs- oder Einrichtungsphase vorgeschaltet.¹⁵ Hier werden die NOPs¹⁶ üblicherweise zunächst anhand von „non-cost“-Kriterien ausgesucht. Dazu werden mit den NOPs verschiedene Workshops und Interviews durchgeführt.¹⁷ Dadurch soll die fachliche Eignung der Personen, aber auch ihre Eignung in einem Allianz-Team zu arbeiten, beurteilt werden. Bewertet wird auch, ob einzelne Personen oder Personengruppen miteinander professionell harmonisieren. Hierzu werden teilweise Psychologen zu Rate gezogen. Alle Kriterien und ihre Gewichtungen werden vor Beginn dieser Phase bekannt gemacht. In Finnland werden üblicherweise in einem zweiten Schritt als Preiskriterium, insbesondere um als öffentliche Auftraggeber EU-Vergaberichtlinienkonform zu handeln, lediglich die Zuschlagssätze (AGK und Profit) erfragt und bewertet¹⁸. Sonstige Preiskriterien werden in Allianzen üblicherweise nicht herangezogen. „Non-cost“-Kriterien fließen üblicherweise mit einer höheren Gewichtung in die Bewertung ein und sind somit deutlich ausschlaggebender als Preiskriterien. Bei GMP-Verträgen werden zwar in ähnlicher Weise „harte und weiche“ Kriterien¹⁹ betrachtet, jedoch liegt der Fokus weniger auf der Eignung der Personen, welche später das Projekt abwickeln würden.²⁰

¹² Vgl. Schlabach (2013), S. 5 f

¹³ Vgl. Gralla (2001), S. 104 ff.

¹⁴ Vgl. Gralla (2001), S. 104

¹⁵ Vgl. Schlabach (2013), S. 22

¹⁶ Engl. Non Owner Participant(s) – Auftragnehmer / Dienstleistungsanbieter

¹⁷ Vgl. Petäjäniemi/Lahdenperä (2012), S. 14 ff.

¹⁸ Gewichtung kann variieren

¹⁹ Vgl. Gralla (2001), S. 108

²⁰ Vgl. Haghsheno (2004), S. 62

3.3 Risikoverteilung

Der GMP-Vertrag weist eine eher konventionelle Risikoverteilung zwischen AG und AN auf. Mengenrisiko und Risiken aus bestimmten kostenbeeinflussenden Faktoren sind in der Risikosphäre des AN, Baugrundrisiko ist in der des AG zu verorten. Durch die Angabe eines GMP entsteht ein besonderes Risiko des GMP-Partners, da darüber hinausgehende Kosten vollständig zu Lasten des AN gehen.

Eine qualitative Einteilung der Vertragstypen nach ihrer üblichen Risikoverteilung zwischen AN und Bauherr ist in Abbildung 1 dargestellt. Darin ist erkennbar, dass in einem GMP-Vertrag der Risikoanteil des AN deutlich höher ist als der des Bauherrn und dass der Allianz-Vertrag eine entgegengesetzte Risikoverteilung vorsieht.

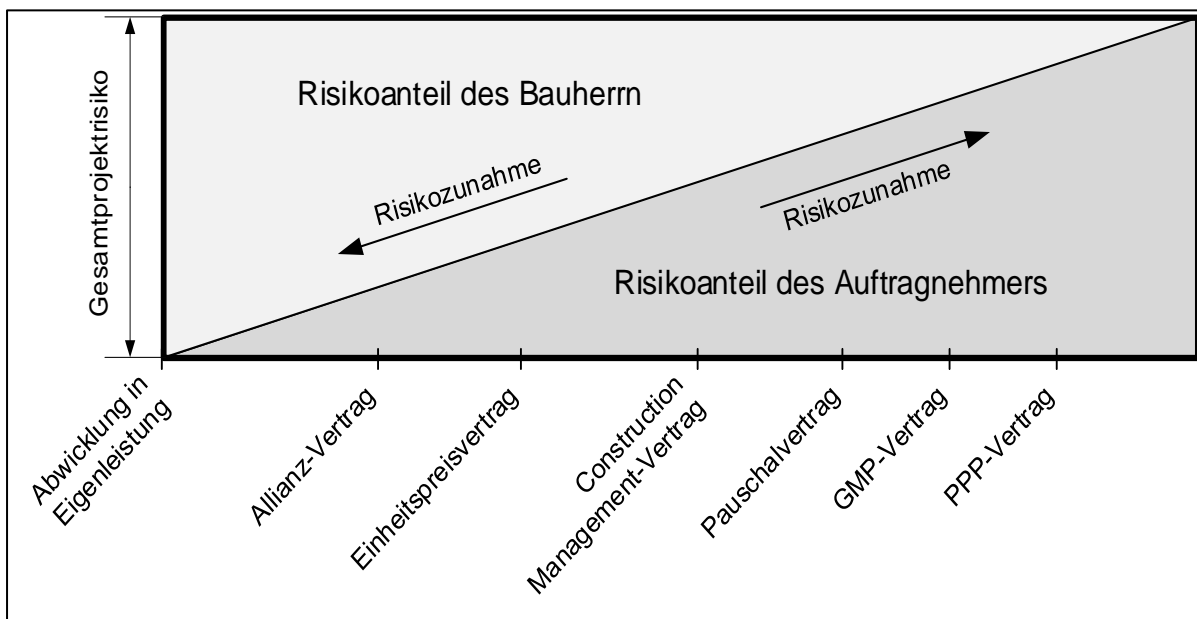


Abbildung 1: Risikotragung durch den Auftragnehmer in Abhängigkeit vom Vertragsmodell²¹

Der bedeutendste Unterschied zwischen einem Allianz-Vertrag und einem GMP-Vertrag oder zu sonstigen traditionellen Bauverträgen ist, dass alle im Laufe des Projekts anfallenden Risiken oder Chancen vom Allianz-Projektteam als Ganzes gemeinschaftlich getragen werden.²² Konsequenterweise werden in einigen Projekten Risiken vergemeinschaftet, welche sonst eher nur vom Bauherrn getragen werden, wie das Baugrundrisiko. Die hierdurch entstehende höhere Risikobelastung der NOPs wird in einer Allianz üblicherweise mit einem „Pain-Cap“²³ begegnet. Diese beschränkt das Risiko der NOPs auf die Höhe ihrer ursprünglich veranschlagten Zuschläge. Darüber hinausgehende Kosten werden vollständig vom Owner²⁴ getragen (siehe Kap. 3.4). Die hierdurch beschränkte Haftung der NOPs sollte sich in einem niedrigeren Risikozuschlag widerspiegeln. Dieser Sachverhalt ist in Abbildung 2 im Vergleich zu anderen Vertragstypen illustriert.

²¹ Eigene Darstellung nach Commonwealth of Australia (2015), S. 17

²² Vgl. Commonwealth of Australia (2015), S. 9

²³ Engl. Pain cap - Malusdeckelung

²⁴ Engl. Bauherr

Durch die Vergemeinschaftung aller Risiken in einer Allianz wird einerseits dem klassischen Claim-Management die Zweckhaftigkeit entnommen und andererseits stellen sich dadurch gegenseitige Kontrolle und Unterstützung unter allen Beteiligten fortwährend ein.²⁵ Die so frei werdenden Ressourcen können zur Abwendung oder zur Minimierung von Risiken angewandt werden.²⁶ Dies mündet in der „no blame, no dispute“-Kultur, als ein Grundgedanke von Allianz-Verträgen. Darüber hinaus wird hiermit die „best-for-project“-Charakteristik untermauert. Demnach sollen alle Handlungen und Ressourcen dazu aufgewandt werden, um den Gesamtprojekterfolg unabhängig von Unternehmensdenken zu erreichen. Das sogenannte Silo-Denken wird aufgehoben. Entweder es gewinnen oder eben es verlieren alle gemeinschaftlich.

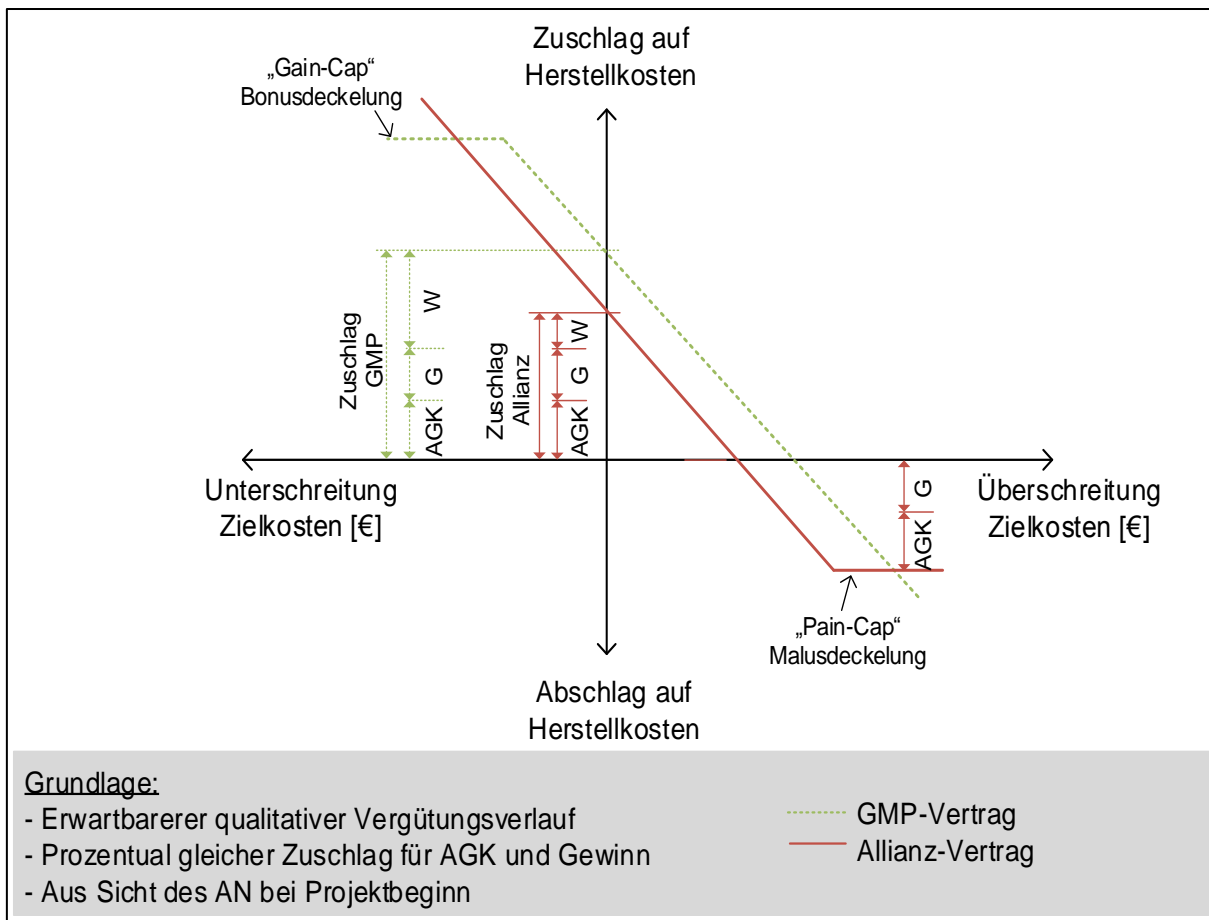


Abbildung 2: Qualitativer Vergütungsverlauf aus Sicht des AN bei Projektbeginn²⁷

Entgegengesetzt der bisher üblichen Architektur von Allianz-Verträgen, wird in Australien empfohlen, die Pain-Cap aufzuheben und somit zu einer echten Vergemeinschaftung aller Risiken zu gelangen.²⁸ Eine Gain-Cap kann für beide der betrachteten Vertragsformen eingeführt und als eine abgestufte Verteilung ausgestaltet werden.

²⁵ Vgl. Schlabach (2013), S. 51

²⁶ Vgl. Commonwealth of Australia (2015), S. 111 f

²⁷ Eigene Darstellung

²⁸ Vgl. Commonwealth of Australia (2015), S. 61 ff.

3.4 Vergütungssystem und Anreizmechanismen

Prinzipiell kumuliert ein GMP-Vertrag die Vergütungssysteme von Pauschal- und Selbstkostenerstattungsverträgen und kombiniert diese mit einem Anreizmechanismus zur Kosteneinsparung. Die Vergütung ist nach einem GMP-Vertrag auf Basis der tatsächlich anfallenden Herstellkosten zuzüglich einem Zuschlag für Allgemeine Geschäftskosten sowie Wagnis und Gewinn zu errechnen. Der AN erhält bis zur Höhe des vereinbarten GMP eine Vergütung, darüberhinausgehende nicht einkalkulierte Kosten, die bspw. aus dem Mengenrisiko oder aufgrund von unvorhergesehenen Ereignissen herrühren, werden vom Bauherrn nicht übernommen. Wird dahingegen der GMP unterschritten, so ist die eingesparte Summe nach einem vorher vereinbarten Schlüssel zu teilen. Üblicherweise wird eine Begrenzung des maximalen Bonus für den AN vereinbart. Dies spiegelt sich in eine „Gain-Cap“²⁹ in Abbildung 2 wider. Gründe für Kosteneinsparungen können entweder auf den AN zurückzuführende, planerische Optimierungseinsparungen oder Vergabeeinsparungen sein.³⁰ Dahingegen erwächst dem AN aus Einsparungen, welche durch Änderungen oder Ideen des Bauherrn generiert werden, kein Anspruch.³¹

Je eher ein AN ein GMP angeben soll, desto höher würde dieser ausfallen. Dies hängt damit zusammen, dass in den frühen Planungsphasen der Informationsstand am niedrigsten und somit die Unsicherheit des AN am größten ist. Im Laufe der Planungsphase steigt der Informationsstand und somit sinkt auch die Unsicherheit des AN.³²

Kernpunkt des Vergütungsmechanismus in einer Allianz ist, dass die NOPs erst dann ihre finanziellen Ziele vollständig erreichen, wenn die Projektziele vollständig und gemeinsam erreicht werden. Werden die Projektziele nicht vollständig erreicht, so wird die Vergütung auch gekürzt. Es treten also nur echte „win-win/lose-lose“ Situationen ein. Die Vergütung wird nicht als ein fixer Preis vereinbart, sondern sie verläuft in folgenden drei Schritten:³³

1. Erstattung der Herstellkosten (Direkte Kosten³⁴ und projektspezifische Zuschläge)
2. Vergütung der Zuschläge (AGK + Gewinn³⁵)
3. Zahlung eines Bonus (gain) oder Beteiligung an einem Malus (pain)

In jedem Fall werden die direkten Herstellkosten erstattet. Die Höhe der Zuschläge kann entweder anhand der zu Beginn vereinbarten Herstellkosten oder anhand des tatsächlichen Aufwands als variable Zuschlagshöhe berechnet werden. Ersteres wird meistens für den ausführenden Partner angewendet und zweiteres meistens für den Planer.³⁶ Die Höhe des Bonus ist in einer Allianz üblicherweise vertraglich nicht gedeckelt. Für die NOPs ist ein eventueller Malus auf die Höhe ihrer Zuschläge begrenzt. Nach Beendigung des Projekts

²⁹ Engl. Bonusbeschränkung

³⁰ Vgl. Gralla (2001), S. 104 f

³¹ Vgl. Heidemann (2010), S. 34

³² Vgl. Heidemann (2010), S. 35 f

³³ Vgl. Commonwealth of Australia (2015), S. 17 f

³⁴ Originalsprache Engl. Direct Cost (DC) und project specific overheads

³⁵ Originalsprache Engl. corporate overhead und profit

³⁶ Vgl. Schlabach (2013), S. 41 f

werden die tatsächlichen Kosten³⁷ errechnet und mit den Zielkosten oder Referenzkosten³⁸ verglichen. Im Falle einer Kostenüberschreitung wird diese von allen Allianz-Teilnehmern, gemäß ihrem individuellen relativen Anteil, getragen. Dieser individuelle Anteil entspricht dem relativen Anteil der Kosten des Gewerks an den gesamten Projektkosten. Alle NOPs erreichen somit die „Pain-Cap“ zur gleichen Zeit. Somit besteht eine Abhängigkeit zwischen der eigenen Vergütung und der Leistung der anderen Allianz-Teilnehmer.³⁹

In Abbildung 3 sind die üblichen Vergütungsmechanismen der betrachteten Vertragsmodelle zusammenfassend dargestellt.

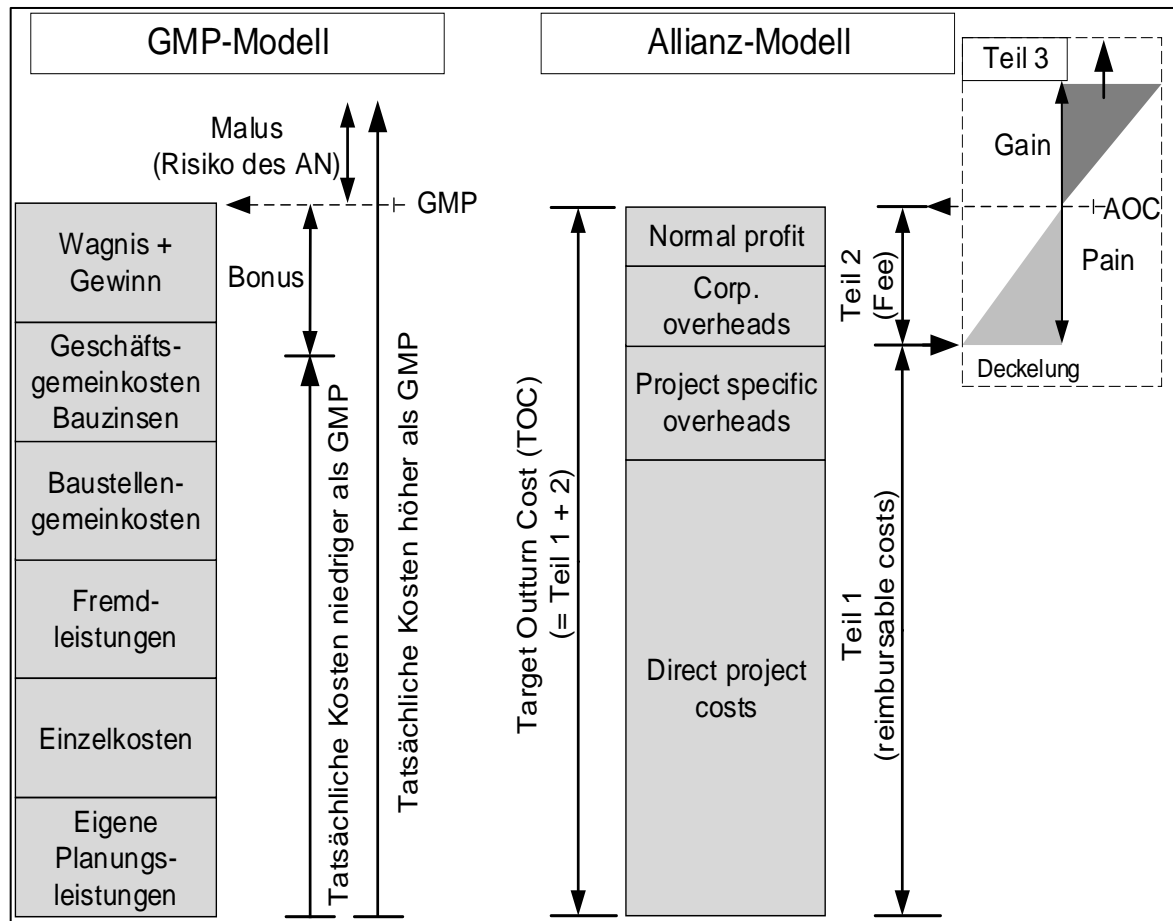


Abbildung 3: Übliche Vergütungsmechanismen von GMP- und Allianz-Verträgen⁴⁰

Nachtragsforderungen sind sowohl bei Allianz- als auch bei GMP-Verträgen⁴¹ grundsätzlich nicht ausgeschlossen. Da der vereinbarte Zielpreis oder TOC sich auf das Vertrags-Soll bezieht, erwachsen aus zum späteren Zeitpunkt durch den Bauherren angeordnete Ände-

³⁷ Originalsprache Engl. Actual Outturn Cost (AOC)

³⁸ Originalsprache Engl. Target Outturn Cost (TOC)

³⁹ Vgl. Schlabach (2013), S. 36 ff.

⁴⁰ Eigene Darstellung nach Tautschnig (2014), S. 19 und State of Victoria (2006), S. 27

⁴¹ Vgl. Haghsheno (2004), S. 56 f

rungen oder zusätzlichen Leistungen⁴² zusätzliche Ansprüche und eine damit einhergehende Anpassung des Vergütungsmechanismus.⁴³

3.5 Umgang mit Konflikten

Traditionelle Bauverträge und der GMP-Vertrag sind geprägt von der klassischen Rollenverteilung als Auftraggeber und Auftragnehmer. Zwar setzt der GMP-Vertrag auf ein kooperatives Verhältnis zur Reduzierung des Konfliktpotenzials, jedoch spiegelt sich dies in der Praxis nicht wider. Durch die Anwendung von GMP-Verträgen ist kein positiver Beitrag zur Verringerung des Konfliktpotenzials erkennbar.⁴⁴

Allianz-Verträge beinhalten grundsätzlich eine „no blame, dispute“-Vereinbarung, also eine Verpflichtung zum Verzicht auf gerichtliche Auseinandersetzungen in Bezug auf Konflikte mit allen Allianz-Teilnehmern.⁴⁵ Üblicherweise wird kein Konfliktlösungsprozedere bindend vorgeschrieben.⁴⁶ Alle Allianz-Teilnehmer sind somit verpflichtet, entstehende Konflikte innerhalb der Allianz in einem internen Austausch zu lösen. Nichtsdestotrotz ist der Allianz-Vertrag ein rechtsverbindliches Vertragswerk und kann daher auch eingeklagt werden.⁴⁷ Erfahrungen mit den bereits 40 abgeschlossenen Bauprojekten in Finnland, welche mit einem Allianz-Vertragswerk abgewickelt wurden, bestätigen, dass es bisher nicht zu gerichtlichen Auseinandersetzungen gekommen ist.⁴⁸

4 Zusammenfassung und Fazit

Diese Ausarbeitung ist ein Beitrag zur Erweiterung der aufkommenden wissenschaftlichen Diskussion bezüglich des Allianz-Vertragsmodells. Die gewählte Fragestellung soll eine Brücke von den bereits bekannten zu neuartigen Vertragsmodellen schlagen und so das bisherige zögerliche Interesse der Planenden- und Ausführenden Unternehmen steigern.

Kooperative Bauabwicklungsmodelle erfordern eine kulturelle Umstellung, welche entgegengesetzt zu der vorherrschenden konfrontativen Bauabwicklungskultur sein muss. Die in der Einleitung geforderte Vereinheitlichung der Ziele innerhalb der Projektbeteiligten wird in einem Allianz-Vertrag sehr konsequent umgesetzt. Dies wird auch mit bisher ungewohnten Methoden, wie bspw. der Vergemeinschaftung aller Chancen und Risiken, erreicht. Diese Konsequenz ist bei keinem anderen angewandten Bauvertrag bekannt. Der GMP-Vertrag weist zwar Merkmale kooperativer Vertragsmodelle auf, jedoch reichen diese nicht weit genug um eine vollkommene Angleichung der Interessen innerhalb der Projektbeteiligten zu schaffen.

⁴² Originalsprache Engl. scope variations

⁴³ Vgl. Commonwealth of Australia (2015), S. 103

⁴⁴ Vgl. Haghsheno (2004), S. 154

⁴⁵ Vgl. Commonwealth of Australia (2015), 104f

⁴⁶ Vgl. Commonwealth of Australia (2015), S. 18

⁴⁷ Vgl. Schlabach (2013), S. 33

⁴⁸ Fachgespräch mit Petäjäniemi Pekka, Director Major Projects - Finnish Transport Agency, 25.07.2017

Literaturverzeichnis

Commonwealth of Australia (2015)

Commonwealth of Australia: National Alliance Contracting Guidelines. Guide to Alliance Contracting. Canberra 2015, S. 9, S. 17-18, S.61-63, S.103, S.111-112

Gralla (2001)

Gralla, Mike: Garantierter Maximalpreis. GMP-partnering-Modelle ; ein neuer und innovativer Ansatz für die Baupraxis. Leitfaden der Bauwirtschaft und des Baubetriebs. Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden 2001, S.104-106, S.108

Haghsheno (2004)

Haghsheno, Shervin: Analyse der Chancen und Risiken des GMP-Vertrags bei der Abwicklung von Bauprojekten. Berlin 2004, S.35-36, S.56-58, S.62, S.154

Heidemann (2010)

Heidemann, Ailke: Kooperative Projektabwicklung im Bauwesen unter der Berücksichtigung von Lean-Prinzipien - Entwicklung eines Lean-Projektabwicklungssystems. Internationale Untersuchungen im Hinblick auf die Umsetzung und Anwendbarkeit in Deutschland. Institut für Technologie und Management im Baubetrieb Band 68. Karlsruhe 2010, S.34-36

Mathoi (2008)

Mathoi, Thomas: Neue Projektabwicklungs- und Bauvertragsmodelle. Theorie – Utopie – (Wirklichkeit). o. O. 2008, S.13

Petäjäniemi/Lahdenperä (2012)

Petäjäniemi, Pekka; Lahdenperä, Pertti: Alliance Contracting: How do we make it in Finland. Kopenhagen 2012, S.14-19

Philippi/ Trienens /Landau/Volker (2001)

Philippi, Karl-Heinz; Trienens, Reiner; Landau; Volker: Der Allianzvertrag. Veba Oel AG. <http://beschaffung-aktuell.industrie.de/allgemein/der-allianzvertrag/>, Zugriff am 03.08.2017

Ross (2003)

Ross, Jim: Introduction to Project Allincing. (on engineering & construction projects) 2003, S. 17

Schlabach (2013)

Schlabach, Carina: Untersuchungen zum Transfer der australischen Projektabwicklungsform Project Alliancing auf den deutschen Hochbaumarkt. Schriftenreihe Bauwirtschaft 25. Kassel 2013, S.5-6, S.13, S.17, S.22, S.33-42

State of Victoria (2006)

State of Victoria: Project Alliancing Practitioners' Guide. Melbourne 2006, S.27

Tautschnig (2014)

Tautschnig, Arnold: Alternative Abwicklungsmodelle. Ein internationaler Überblick. o.
O. 2014, S.9

Digitale Optimierung der Bauplanung

J. Backhaus

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141029-0>

*Dipl.-Ing. (bau) Jan Onne Backhaus, MBA
Institut für Geotechnik und Baubetrieb
Technische Universität Hamburg
onne.backhaus@tuhh.de*

Inhalt

1	Einleitung	24
2	Ansätze.....	24
	2.1 Modellbildung	25
	2.2 Implementierung	26
3	Monte-Carlo Simulation zur Vorhersage von Bauzeiten und –kosten	27
4	Optimierung	29
5	Zusammenfassung	30

1 Einleitung

Während die Bruttowertschöpfung in der deutschen Bauindustrie über die letzten 15 Jahre fast unverändert geblieben ist, stieg sie in der Service- und produzierenden Industrie stetig an.¹ Diesem Trend wird aktuell zum einen durch eine Modernisierung der operativen Managementmethoden auf der Baustelle begegnet. Zum anderen wird die Digitalisierung, insbesondere im Bereich des Building Information Modelling (BIM), vorangetrieben. Während die einen unter BIM vor allem mächtige Product Life Cycle Management Tools verstehen, sehen andere in BIM vor allem eine rechnergestützte Projektmanagementmethode. Gemeinsam haben die Ansätze, dass eine große Anzahl an Metadaten zu Bau und Bauablauf digital zur Verfügung steht. Dieser Beitrag baut auf einem früheren Beitrag² auf und stellt einen Ansatz vor, vorhandene Metadaten unter Verwendung der am Institut für Geotechnik und Baubetrieb entwickelten MATLAB Bibliothek „GBPlan“ wertschöpfend zu nutzen.

2 Ansätze

Die Verwendung von digitalen Methoden zur Verbesserung der Planung im Bauwesen wurde bereits vielfach untersucht. Die auch in diesem Beitrag beschriebene Monte-Carlo-Simulation (MCS)³ wird beispielsweise zur Analyse von Risiken in Bauprojekten eingesetzt.⁴ Zur Simulation von dynamischen oder zeitabhängigen Systemen können diskrete Simulationen eingesetzt werden.⁵ Hierbei ändern die Systeme ihre Zustände ereignis- oder zeitgesteuert. Beispiele sind Verkehrssimulationen⁶, Petri-Netze zur Simulation von Erdbauprozessen im Straßenbau⁷, ereignis-orientierte Ansätze zur Berechnung von Wartungszyklen im Tunnelbau⁸ oder die Simulation der Logistik auf einer Baustelle⁹. Die makroskopische Ebene wird durch System Dynamics¹⁰ beschrieben. Mit dieser Methode können sowohl ex ante als auch ex post Untersuchungen durchgeführt werden, weshalb sie sich zur Verwendung in Adjudikationsverfahren oder zur Risikoanalyse eignet.¹¹ Erste Untersuchungen zu dem Ableiten von Bauablaufplänen direkt aus CAD bzw. BIM Systemen¹² und modellbasierter Terminplanung¹³ wurden bereits durchgeführt. Die automatisierte Optimierung der Baustelleneinrichtung wurde bereits in späten 80er Jahren untersucht¹⁴. Verbesserte Ansätze durch evolutionäre Algorithmen werden derzeit erforscht.¹⁵ Die auch in diesem Schriftbeitrag verwendete Metra-

¹ Destatis (2007)

² Backhaus / Grabe (2018)

³ Allen (2011)

⁴ Flemming (2011)

⁵ Choi / Kang (2013), Franz (2011)

⁶ Rose (2003)

⁷ Chahrour (2006)

⁸ Conrads et al (2015)

⁹ Scheffer et al. (2014), Rahm (2016), Yu et al. (2017)

¹⁰ Forrester (1972)

¹¹ Rodrigues / Williams (1998), Rodrigues / Bowes (1996)

¹² Fahihi et al (2016)

¹³ Chahrour (2006), Chahrour / Tulke (2011)

¹⁴ Tommelein (1988)

¹⁵ Azadivar / Wang (2000)

Potential-Methode baut auf der Graphentheorie auf und zählt zu einer der am häufigsten verwendeten Methoden in der Netzplantechnik im Bauwesen.¹⁶

2.1 Modellbildung

Es wurde ein theoretisches Modell für ein Produktionssystem für Baustellen entwickelt. Dieses wurde Ursprünglich zur Implementierung von Lean Construction Methoden entwickelt¹⁷ und ist in Abbildung 2 dargestellt. Den Kern des Modells bilden Prozesse. Ein Prozess wird immer als Produktionssystem aufgefasst. Dieses wandelt Input durch den Einsatz von Produktionsfaktoren in Output um. Der Input beinhaltet zum einen alle für den Bau benötigten Produktionsstoffe (beispielsweise 500 Ziegelsteine) zum anderen aber auch alle Vorbedingungen oder Vorprodukte (beispielsweise eine Baugrube). Innerhalb der Produktionssysteme können voneinander abhängige Arbeiten auftreten. So kann es die Herstellung einer Bodenplatte erforderlich machen, dass verschiedene Arbeiten durchgeführt werden. Beispielsweise folgt auf das Ausheben der Baugrube deren Sicherung, bevor dann die Bodenplatte hergestellt wird. Hierbei kann das System durch äußere, schwer kontrollierbare, exogene Einflussfaktoren oder dem System eigene endogene Einflussfaktoren beeinflusst werden.

Das zuvor beschriebene Model wurde nach der Metra-Potential-Methode (MPM) in MATLAB implementiert. Formal handelt es sich um einen schlingenfreien, gerichteten, schlichten Graphen, dessen Knoten durch eine Menge homogener, binärer Relationen miteinander verknüpft sind.¹⁸ Jeder Knoten des Graphen hat verschiedene Eigenschaften, von denen die wichtigsten nachstehend aufgeführt sind:

ID : Eindeutiger Bezeichner.

FAZ : Frühester möglicher Anfangszeitpunkt des Prozesses.

FEZ : Frühester möglicher Endzeitpunkt des Prozesses.

SAZ : Spätester möglicher Anfangszeitpunkt des Prozesses.

SEZ : Spätester möglicher Endzeitpunkt des Prozesses.

DAUER : Dauer des Prozesses, wobei gilt: $Dauer\ d = FEZ - FAZ = SEZ - SAZ$.

Die Verbindungspfeile zwischen den Knoten können um minimale bzw. maximale Abstände ergänzt werden (Abbildung 1). Ein so modellierter Graph wird auch als Netzplan bezeichnet.¹⁹

¹⁶ Zimmernann et al. (2006), Noosten (2013)

¹⁷ Bregenhorn (2015)

¹⁸ Pahl / Damrath (2000)

¹⁹ Noosten (2013).

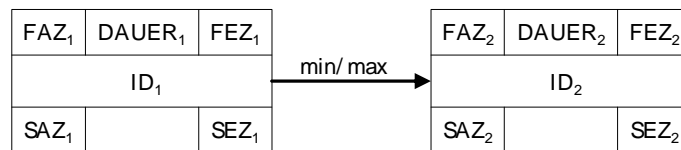


Abbildung 1: Netzplanknoten. Dargestellt sind zwei voneinander abhängige Netzplanknoten, ihre Eigenschaften, sowie die Eigenschaften der verbindenden Kante.

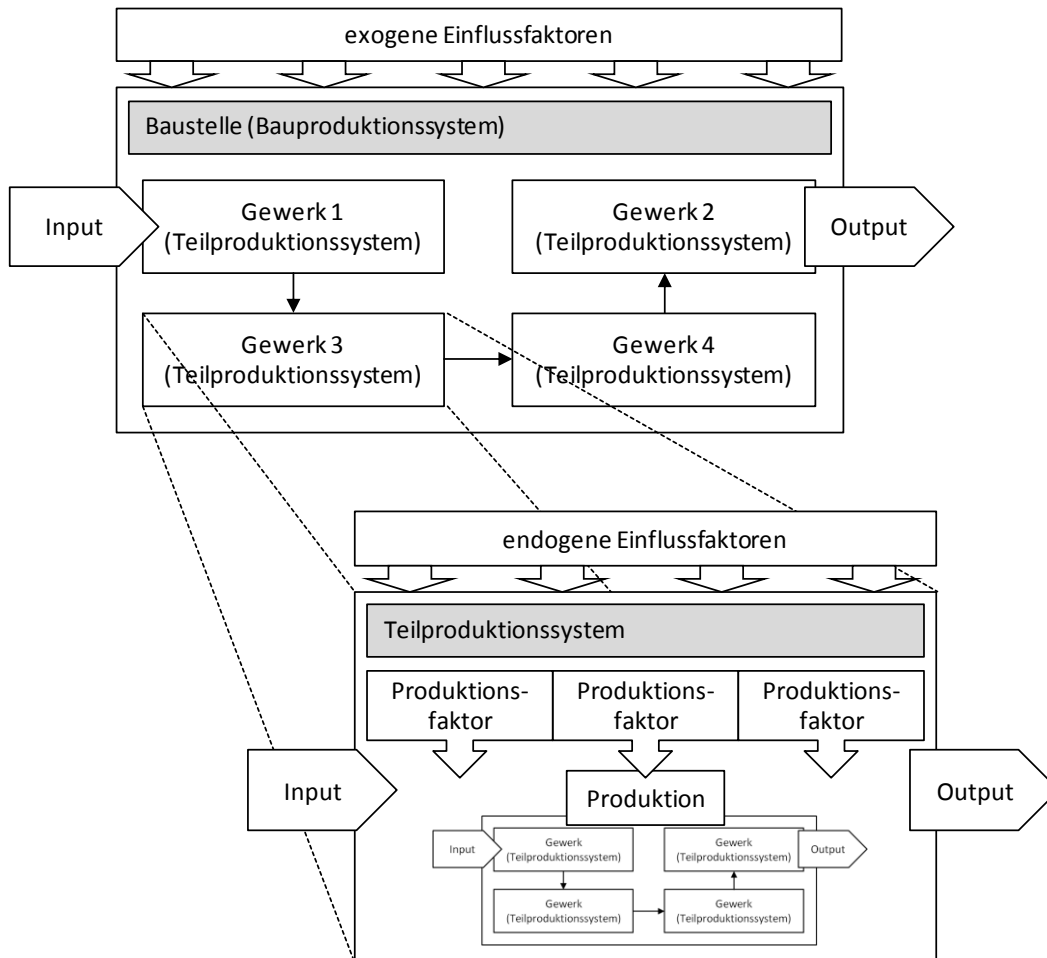


Abbildung 2: Generisches Prozessmodell auf der Basis von Bregenhorn (2015). Dargestellt ist das Zusammenspiel von Bauproduktionssystem und Teilproduktionssystemen, Produktionsfaktoren und der Einfluss exogener und endogener Einflussfaktoren.

2.2 Implementierung

Das zuvor beschriebene Modell wurde in MATLAB implementiert. Zur Erhöhung der Wiederverwendbarkeit wurde ein objektorientierter Modellierungsansatz gewählt. Teile des Klassendiagramms sind in Abbildung 3 dargestellt. Ein Produktionssystem besteht immer aus mehreren Prozessen. Diese sind entweder Hauptprozesse oder Verbindungsprozesse, die diese in Relation zueinander setzen. Die Klasse Arbeitssystem kapselt die Funktionalität von Teilproduktionssystemen. Diese Art der Modellierung erlaubt es, Prozesse beliebig fein aufzuspalten. So könnte auf der obersten Ebene der Prozesse „Baugrube erstellen“ stehen. Dieser wäre in der nächsten Sub-Ebene unterteilt in: „Mutterboden entfernen“, „Grube ausheben“, „Grube sichern“ und „Anker setzen“. Eine weitere Untergliederung des Teilprozesses „Grube ausheben“ in: „Bagger nimmt auf“, „Bagger dreht“, „Bagger lädt ab“, „Bagger dreht“, usw. ist möglich. Je nach Problemstellung können so unterschiedliche Dimensionen des

Bauprozesses und deren Auswirkung auf das Gesamtsystem untersucht werden. Bauproduktionsfaktoren sind den Bauprozess beeinflussende Faktoren. Diese sind als Ableitungen von der Elternklasse „Bauproduktionsfaktoren“ implementiert. Arbeitsobjekte sind die zu bearbeitenden Objekte, wie beispielsweise ein Erdkörper. Arbeitsmittel können Baumaschinen aber auch Werkzeuge sein, die wiederum von Menschen bedient werden. Durch die individuellen Eigenschaften der Bauproduktionsfaktoren (beispielsweise die Erfahrung und Motivation bei Menschen oder die Schaufelgröße einer Baumaschine) wird der Bauprozess direkt beeinflusst.

3 Monte-Carlo Simulation zur Vorhersage von Bauzeiten und –kosten

Mit dem so implementierten Model lassen sich bereits erste, statische Bauzeitenschätzungen berechnen. Das Problem bei dieser Art der Simulation ist, dass die anfangs ermittelten Einflussgrößen über die Berechnung hinweg unverändert bleiben. Während eine solche Annahme bereits in der stationären Industrie nur unter bestimmten Bedingungen zulässig ist, erscheint sie unter in-stationären Bedingungen als unzulässig. Bauprozesse zeichnen sich durch eine sehr hohe Variabilität der Prozessdauern aus,²⁰ da exogene und endogene Faktoren das Produktionssystem beeinflussen. Als Folge einer Verzögerung eines einzelnen Prozesses werden häufig auch die mit ihm verbundenen Prozesse beeinflusst. Beispielsweise ergab eine Studie eine durchschnittliche, wöchentliche Planerfüllungsrate von nur 60% in den untersuchten Gewerken.²¹ Diese Verzögerungen entstehen häufig aus einer Abweichung der angenommenen Leistungswerte. Diese werden entweder auf der Basis von Erfahrungswerten oder unter Zuhilfenahme von Tabellen- oder Formelwerken geschätzt.²² Hierbei wird unterschlagen, dass die Prozessdauer eben nicht statisch ist, sondern einer dem Planer in der Regel unbekannten Verteilungsfunktion folgt. Diesem Problem begegnet „GBPlan“, indem eine MCS durchgeführt wird. Die Bauproduktionsfaktoren werden hierbei nicht statisch als diskreter Wert, sondern als Zufallsvariable modelliert. Die MCS berechnet den Bauablaufplan immer wieder mit neuen, zufällig aus den angenommenen Verteilungen gezogenen Einflusswerten. Auf diese Weise wird eine Vielzahl an möglichen Szenarien berechnet. In dem einen Szenario einer Baugrubenerstellung dauert beispielsweise das Ausheben im letzten Drittel etwas länger, in einem anderen Szenario geht das Setzen der Erdanker ganz besonders schnell von statten. Bei ausreichend vielen Berechnungen ergibt sich so eine Verteilungskurve von Gesamtbauzeiten für die Baustelle. Diese wird statistisch ausgewertet. Ergab die Vorhersage aus der statischen Berechnung beispielsweise eine Bauzeit von 100 Tagen und liegt der Median der MCS bei 105 Tagen, so kann davon ausgegangen werden, dass die 100 Tage bei mehr als der Hälfte der möglichen Szenarien nicht zu erreichen sind. Es kann also schon während der Planung eine Aussage über die Eintrittswahrscheinlichkeit derselben getroffen werden. Neben einer Einschätzung des Risikos lassen sich ebenso Chancen statistisch beziffern und so gezielt fördern. Eine solche Chancen-Risiko-Analyse

²⁰ Koskela, (1999), Lange / Nübel (2016/2017)

²¹ Ballard / Howell (1998)

²² z.B. Girmscheid (2003), Singh (1993), Steinmetzger (2010)

stellt eine sinnvolle Ergänzung der Projektplanung dar.²³ Darüber hinaus erlaubt diese Methode eine baubegleitende Überwachung der Planung. Diese ist in der Lage zu alarmieren, bevor sich zum Beispiel als vernachlässigbar erscheinende Planungsänderungen zu signifikanten Planungsänderungen aufschaukeln. Im Kontakt zu den Stakeholdern der Baustelle, insbesondere dem Kunden, erlauben die Ergebnisse zudem das Visualisieren der Bauzeit als Zielkegel (Abbildung 4).

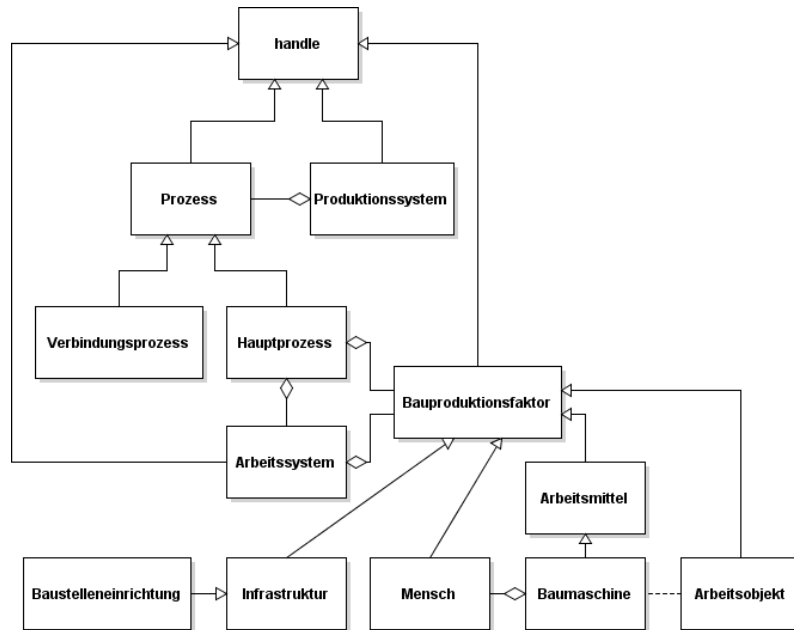


Abbildung 3: „GBPlan“ Klassendiagramme. Dargestellt sind die Abhängigkeiten der Prozesse und Bauproduktionsfaktoren.²⁴

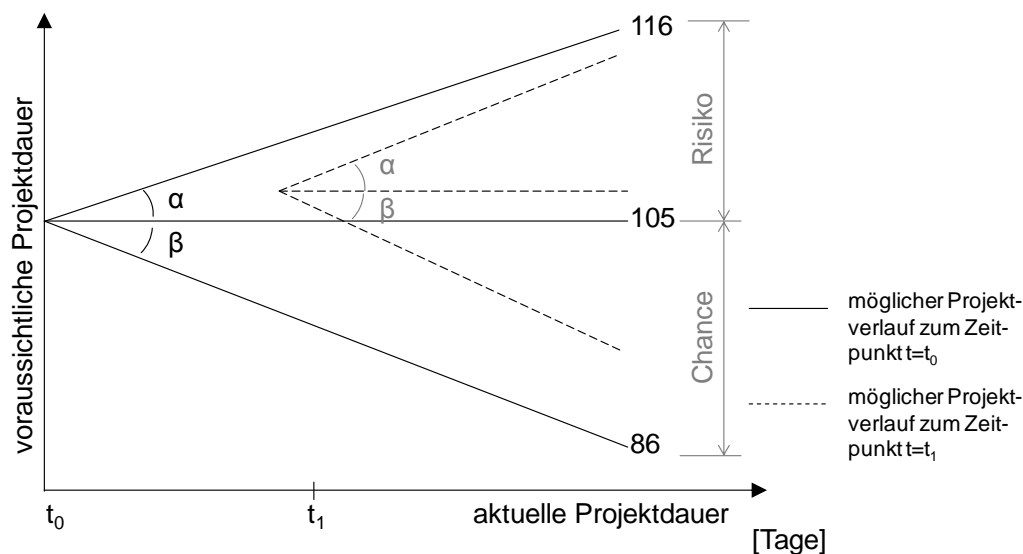


Abbildung 4: Zielkegel. Dargestellt ist ein Bauzeitenzielkegel. Dieser gibt die mittlere, die maximale und die minimale Bauzeit aller in der MCS untersuchten Szenarien an.²⁵

²³ Bea et al. (2008)

²⁴ Bildquelle: Backhaus / Grabe (2018)

²⁵ Eigene Darstellung nach Backhaus / Grabe (2018)

Anstatt eine unseriöse aber diskrete Schätzung der Projektdauer abzugeben werden hier die Ergebnisse der MCS abgebildet. Das heißt, es wird neben der angenommenen, mittleren Projektdauer ebenso die maximale und die minimale Projektdauer der in der MCS untersuchten Szenarien angezeigt. Mit fortlaufender Zeit realisieren sich Risiken und Chancen, was zu einem Steigen/Sinken der angenommenen, mittleren Projektzeit führt (waagerechte, gestrichelte Linie in Abbildung 4). Da über die Zeit mehr Wissen über das Projekt, z. B. Leistungswerte oder Bodenparameter, bekannt werden und die Zahl der Chancen/Risiken sinkt, verringern sich auch die Winkel α und β . α ist hierbei ein Maß für das dem Projekt inhärenten Risikos und β für die inhärenten Chancen. Ziel einer guten Bauplanung sollte es also auch immer sein, bei sinkender voraussichtlicher Projektdauer, die Winkel α und β möglichst klein werden zu lassen. Als weiterer Wert zur Bemessung der Güte einer Planung kann neben den Chancen/Risiken-Winkeln der Quotient aus Projektdauer D_h und durchschnittlicher Projektdauer nach MCS $D_{MCS,\emptyset}$ herangezogen werden (Gl. 1, 2).

$$G = \frac{D_h}{D_{MCS,\emptyset}} \quad (1)$$

mit

$$G \begin{cases} < 1, & \text{dominierende inhärente Risiken} \\ = 0, & \text{optimal} \\ > 1, & \text{dominierende inhärente Chancen} \end{cases} \quad (2)$$

4 Optimierung

Für die weitere Entwicklung von „GBPlan“ ist die Implementierung einer multikriteriellen Optimierung durch evolutionäre Algorithmen geplant. Hierbei werden die Parameter der Bauplanung so lange verändert, bis ein Pareto-Optimum (Abbildung 5) in den Dimensionen Kosten und Dauer gefunden wurde. Evolutionäre Algorithmen sammeln die Parameter hierzu in einem Vektor \vec{x} und variieren diesen basierend auf mehreren Zielfunktionen $f_i(\vec{x})$. Da die Kosten und die Dauer miteinander gekoppelt sind, lässt sich keine eindeutige Lösung finden. Das Ergebnis ist ein Lösungsraum, der alle pareto-optimalen Lösungen enthält. Dies sind all jene Lösungen, bei denen die eine Lösungsdimension (beispielsweise Kosten) nicht verbessert werden kann, ohne dass sich die andere (beispielsweise Dauer) verschlechtert. Dies ist in Abbildung 5 dargestellt. Bei dem gegebenen Problem kann der Parametervektor \vec{x} direkt aus der Nachbarschaftsmatrix der Bauablaufplanung abgeleitet und um Parameter wie beispielsweise die Mannstärke oder die eingesetzte Art und Anzahl der Maschinen ergänzt werden. Die Funktionsweise des evolutionären Algorithmus ist an die Biologie angelehnt. Als Beispiel soll zunächst das Genom einer Zelle dienen. Im Zuge der Evolution kommt es zunächst zur Selektion der stärksten Zellen bzw. derer Genome, indem aus einer Gruppe von Zellen die am wenigsten an die Umgebung angepassten sterben. Diese stärksten Zellen werden nun miteinander (re)kombiniert, wodurch neue Zellen entstehen, deren Eigenschaften sich von jenen der Elternzellen unterscheiden. In einigen Fällen kommt es desweiteren zu Mutationen. Das bedeutet, dass sich Teile des Genoms bzw. die Eigenschaften einiger Zellen willkürlich ändern. Die auf diese Weise neu entstandene Generation wird dann wieder durch Selektion ausgedünnt bevor der nächste Vermehrungszyklus mit Rekombination, Mutation und Selektion beginnt. Als Folge vieler dieser Zyklen entsteht mit der Zeit eine an

die Selektionskriterien angepasste, dass heißt optimierte, Zelle. In Analogie zu der Evolution von Zellen wird der Parametervektor \vec{x} bzw. das Genom aus der Bauablaufplanung gebildet. Die Selektion erfolgt über Zielfunktionen, auf deren Basis die besten Versionen der Bauplanung selektiert werden. Um bewerten zu können welche Version besser und welche schlechter ist, führt die Zielfunktion mit jedem der Individuen einer neuen Generation eine MCS durch und wertet diese aus.²⁶

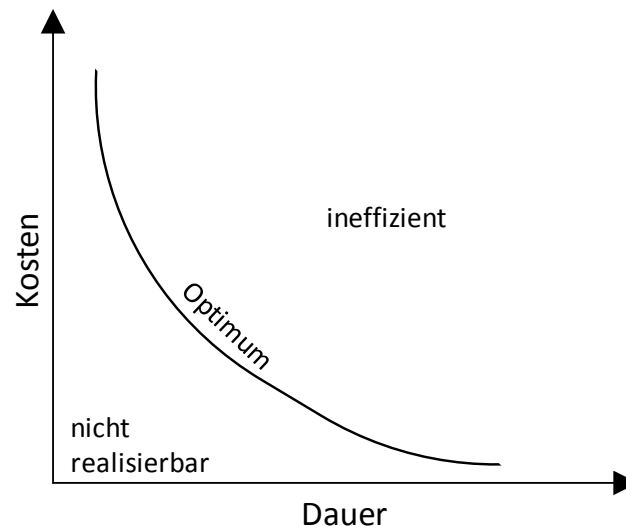


Abbildung 5: Pareto-Optimum. Dargestellt ist das Pareto-Optimum von Kosten und Dauer einer Baumaßnahme. Links von der Kurve liegen nicht realisierbare Lösungen, rechts von der Kurve Lösungen die ineffizient sind und auf der Kurve Lösungen bei denen eine Dimension (b

5 Zusammenfassung

Die Digitalisierung hat bereits in anderen Industrien zu einem signifikanten Zuwachs der Wertschöpfung geführt. In diesem Kontext stellt sich die Frage, wie diese Effekte auf die Bauindustrie bzw. auf Baustellen übertragen werden können. Eine Möglichkeit wurde in diesem Beitrag vorgestellt. Durch die numerische Analyse der Bauplanung mit „GBPlan“, einer für diese Untersuchung am Institut für Geotechnik und Baubetrieb der TU Hamburg entwickelten Klassenbibliothek für MATLAB, lässt sich die Bauplanung analysieren. Die Ergebnisse eignen sich zur Identifikation von Chancen und Risiken, um so deren Realisierung gezielt zu beeinflussen. Desweiteren erlaubt das Tool eine baubegleitende Planungsüberwachung, die Alarm schlägt, wenn zunächst ungefährlich erscheinende, aktuelle Ereignisse zu einer signifikanten Veränderung der Bauzeit oder des Budgets führen können. Zukünftig sieht die Entwicklung von „GBPlan“ die Implementierung automatisierter Optimierungsfunktionen unter Verwendung von multikriterieller, evolutionärer Optimierung vor. Diese sollen die automatisierte Optimierung der Ressourcenplanung und des Bauablaufes ermöglichen.

²⁶ Multikriterielle, evolutionäre Algorithmen werden seit längerem vom Institut für Geotechnik und Baubetrieb der TU Hamburg zur Optimierung in der Geotechnik eingesetzt. Zur weiterführende Lektüre wird auf die Veröffentlichungen des Institutes verwiesen, d.h. insbesondere Seitz / Grabe (2018) und Kinzler (2011) verwiesen.

Literaturverzeichnis

Allen, Theodore T. (2011).

Introduction to Discrete Event Simulation and Agent-based Modeling. Voting Systems, Health Care, Military, and Manufacturing. 1. Aufl. London: Springer.

Azadivar, Farhad / John Jian Wang (2000).

Facility layout optimization using simulation and genetic algorithms. In: International Journal of Production Research 38 (17), S. 4369–4383.

Backhaus / Grabe (2018)

„Numerisch basierte Prozessanalyse. In: Workshop: Digitale Infrastruktur & Geotechnik 2018 (DIG2018), Hrsg.: J. Grabe, Tagungsband, 20.-21.03.2018, Hamburg, Deutschland

Ballard, Glenn / Gregory A. Howell (1998).

Shielding production: Essential step in production control. In: Journal of Construction Engineering and Management 124.1, S. 11–17.

Bea, Franz Xaver / Steffen Scheurer / Sabine Hesselmann (2008).

Projektmanagement. 1. Aufl. Stuttgart: Lucius & Lucius.

Bregenhorn, Tobias (2015).

Bauproduktionsplanung und -steuerung nach den Prinzipien des Lean Management im Spezialfall Erdbau. Diss. Karlsruhe: Fakultät für Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaften des Karlsruher Instituts für Technologie.

Chahrour, Racha (2006).

Integration von CAD und Simulation auf Basis von Produktmodellen im Erdbau. (Veröffentlicht in Schriftreihe Bauwirtschaft, Forschung 7). Diss. Kassel: Institut für Bauwirtschaft, Universität Kassel.

Chahrour, Racha / Jan Tulke (2011).

Anbindung der Simulation an eine BIM-Umgebung, Chancen an Anforderungen im Vergleich zur Terminplanung. In: Simulation von Unikatprozessen. Neue Anwendungen aus Forschung und Praxis. 2. IBW-Workshop. Hrsg.: Volkhardt Franz. Schriftreihe Bauwirtschaft. Institut für Bauwirtschaft (IBW). Kassel, Germany: Kassel University Press, S. 63–80.

Choi, Byoung Kyu / Donghun Kang (2013).

Modeling and Simulation of Discrete-Event Systems. 1. Aufl. Hoboken, NY: John Wiley & Sons.

Conrads, Alena et al. (2015).

Prozesssimulation zur Analyse von Wartungsstrategien im maschinellen Tunnelbau. In: Simulation in Production and Logistics. Hrsg. von Markus Rabe und Uwe Clausen. Stuttgart, Germany: Fraunhofer IRB Verlag, S. 1–11.

Destatis (2017).

Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung 2016. Inlandsproduktberechnung Lange Reihen ab 1970. Report. Fachserie 18 Reihe 1.5. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

Fahihi, Vahid / Kenneth F. Reinschmidt / Julian H. Kang (2016).

Objective-driven and Pareto Front analysis: Optimizing time, cost, and job-site movements. In: Automation in Construction 69, S. 79–88.

Flemming, Christian (2011).

Simulation für Risikoprognosen von Bauprojekten. In: Simulation von Unikatprozessen. Neue Anwendungen aus Forschung und Praxis. 2. IBW-Workshop. Hrsg.: Volkhardt Franz. Schriftreihe Bauwirtschaft. Institut für Bauwirtschaft (IBW). Kassel, Deutschland: Kassel University Press, S. 121–141.

Forrester, Jay W. (1972).

Grundzüge einer Systemtheorie. Ein Lehrbuch. Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler.

Franz, Volkhardt, Hrsg. (2011).

Simulation von Unikatprozessen. Neue Anwendungen aus Forschung und Praxis. 2. IBW-Workshop. Schriftreihe Bauwirtschaft. Institut für Bauwirtschaft (IBW). Kassel, Germany: Kassel University Press.

Girmscheid, Gerhard (2003).

Leistungsermittlungshandbuch für Baumaschinen und Bauprozesse. 4. Aufl. Berlin: Springer.

Kinzler, Steffen (2011).

Zur Parameteridentifikation, Entwurfs- und Strukturoptimierung in der Geotechnik mittels numerischer Verfahren. In: Veröffentlichungen des Instituts für Geotechnik und Baubetrieb 23. Diss. Hamburg: Hamburg Techn. Univ. Hamburg-Harburg, Inst. für Geotechnik und Baubetrieb.

Koskela, Lauri (1999).

Management of production in construction: a theoretical view. In: Seventh Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-7). Hrsg. von Iris D. Tommelein und Glenn Ballard. Berkeley, CA, S. 241–252.

Lange, Alexander / Konrad Nübel (2016/2017).

Lean-Construction: Wie kann Wertschöpfungssteigerung in der Planungs- und Bauwirtschaft vorankommen? In: Bauingenieur. Die richtungsweisende Zeitschrift um Bauingenieurwesen. VDI-Bautechnik, S. 105–106.

Noosten, Dirk (2013).

Netzplantechnik. Grundlagen und Anwendungen im Bauprojektmanagement. 1. Aufl. Wiesbaden: Springer Science + Business Media.

Pahl, Peter Jan / Rudolf Damrath (2000).

Mathematische Grundlagen der Ingenieurinformatik. 1. Aufl. Berlin: Springer.

Rahm, Tobias (2016).

Simulation-Based Evaluation of Disturbances of Production and Logistic Processes in Mechanized Tunneling Operations. Diss. Bochum: Department of Civil und Environmental Engineering, Ruhr-Universität Bochum.

Rodrigues, AG und TM Williams (1998).

System dynamics in project management: assessing the impacts of client behaviour on project performance. In: Journal of the Operational Research Society 49, S. 2–15.

Rodrigues, Alexandre / John Bowers (1996).

The role of system dynamics in project management. In: International Journal of Project Management 14.4, S. 213–220.

Rose, Martin (2003).

Modellbildung und Simulation von Autobahnverkehr. Diss. Hannover: Universität Hannover.

Scheffer, Markus et al. (2014).

Jobsite Logistics Simulation in Mechanized Tunneling. In: Proceedings of the 2014 Winter Simulation Conference. Hrsg. von A. Tolk et al., S. 1843–1854.

Seitz, Karlotta / Jürgen Grabe (2018).

Einsatzmöglichkeiten der multikriteriellen Optimierung im digitalen Bauen. In: Workshop Digitalisierung in Infrastruktur und Geotechnik (DIG2018). Hrsg. von Jürgen Grabe. Hamburg, Deutschland.

Singh, Jagman (1993).

Heavy Construction. Planning, Equipment and Methods. 1. Aufl. Rotterdam, Netherlands: A.A. Balkema.

Steinmetzger, Rolf (2010).

Ermittlung von Maschineneinsatzzeiten für ereignisorientierte Simulationsmodelle im Baubetriebswesen. In: Modellierung von Prozessen zur Fertigung von Unikaten. Forschungsworkshop zur Simulation von Bauprozessen. Tag des Baubetriebs 2010. (25. März 2010). Hrsg. von Hans-Joachim Bargstädt. Schriftreihe der Professur Baubetrieb und Bauverfahren. Bauhaus-Universität Weimar, S. 111–118.

Tommelein, Iris D. / Raymond E. Levitt / Barbara Hayes-Roth (1988).

Sightplan: An artificial intelligence tool to assist construction managers with site layout. In: Conference: 6th International Symposium on Automation and Robotics in Construction. (6th International Symposium on Automation and Robotics in Construction). Stanford University, S. 340–347.

Yu, Jia et al. (2017).

Probabilistic Risk Analysis of Diversion Tunnel Construction Simulation. In: Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering 32, S. 748–771.

Zimmermann, Jürgen / Christoph Stark / Julia Rieck (2006).

Projektplanung. Modelle, Methoden, Management. 1. Aufl. Berlin: Springer.

Methodischer Ansatz zur Mengenermittlung im Spezialtiefbau und Tunnelbau in offener Bauweise im BIM-Standard

G. Bernat | A. Brodbeck | S. Maier

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141034-0>

M. Sc., Georg Bernat
Institut für Baubetriebslehre
Universität Stuttgart
georg.bernat@ibl.uni-stuttgart.de

M. Sc., Alexander Brodbeck
Institut für Baubetriebslehre
Wayss & Freytag Ingenieurbau AG,
Bereich Süd,
alexander.brodbeck@wf-ib.de

M. Sc., Stefan Maier
Ed. Züblin AG
Direktion Stuttgart
stefan.maier@zueblin.de

Inhalt

1	Einleitung	36
2	BIM-Potenzial im Infrastrukturbau.....	36
3	Mengenermittlung im Bauwesen	37
3.1	Strategien der modellbasierten Mengenermittlung	37
3.2	Ausgangslage und Anforderungsanalyse für die modellbasierte Mengenermittlung	38
4	Methodischer Ansatz zur modellbasierten Mengenermittlung	39
4.1	3D-Modellierung	39
4.2	Codierung und Attributierung	40
4.3	Dateiformate & Schnittstellen.....	43
5	Evaluation an einem Beispiel.....	43
6	Fazit	44

1 Einleitung

Die Grundlagen für die Anwendung von Building Information Modeling (BIM) sind ein einheitliches Verständnis im Hinblick auf standardisierte, transparente sowie über den gesamten Gebäudezyklus integrierte Prozesse und Vorgänge. Durch Normenausschüsse, Gremien und Fachgruppen der einzelnen Disziplinen müssen Standards und Richtlinien erarbeitet werden, die die Rahmen und Eckpfeiler für die Anwendung von BIM vorgeben. Dabei ist die Integration von Arbeitsweisen aus anderen Fachgebieten denkbar und in einzelnen Fällen sogar empfehlenswert. So ist ein im Hochbau bereits etablierter Anwendungsfall die modellbasierte Mengenermittlung. Diese spielt im Lebenszyklus eines jeden Bauwerks eine essenzielle Rolle und führt durch eine Automatisierung zu einem erheblichen Mehrwert für alle Beteiligten. Um eine modellbasierte Mengenermittlung auch für den Spezialtiefbau und den Tunnelbau in offener Bauweise zu realisieren, werden Erfahrungen aus dem Hochbau unter Berücksichtigung der speziellen Anforderungen aus dem Spezialtiefbau und dem Tunnelbau angewandt.

2 BIM-Potenzial im Infrastrukturbau

Öffentliche Verkehrsinfrastrukturprojekte umfassen die interdisziplinären Teilbereiche des Straßen-, Schienen-, Luft- und Schiffsverkehrs. Da bei allen Teilbereichen besondere technische Anforderungen und Bedingungen bezüglich des Bauwerks und des Baugrunds herrschen, ist der Spezialtiefbau ein fester Bestandteil bei nahezu jedem Infrastrukturprojekt.

Der Infrastrukturbau aus Sicht des Tunnel- und Spezialtiefbaus birgt ein großes Potenzial für den Einsatz von BIM. Vorab sei gesagt, dass in der Regel die Anforderungen an das digitale Bauwerksmodell deutlich komplexer sind als im Hochbau. Zu den aus dem Hochbau bekannten Parametern kommt im Tunnelbau neben einer zeitlichen auch noch eine zusätzliche örtliche Komponente (Linienbauwerke) hinzu. Die örtlichen Eigenschaften sollen durch Verknüpfungen von Geoinformationssystemen (GIS) mit BIM-Anwendungen integriert werden. Darüber hinaus müssen die digitalen Modelle die umfangreichen Monitoring-Daten (Setzungsanalysen, Baugrund-Bauwerk-Interaktionen, hydrogeologische und hydraulische Einwirkungen) und teilweise Maschinendaten kontinuierlich integrieren. Hierunter fallen auch Daten des Umweltschutzes und der Geologie, aber auch die benachbarte ober- und unterirdische Bebauung und deren Gründungen, über den gesamten Projektverlauf.¹ BIM als neue Arbeitsmethode umfasst alle bisherigen Teildisziplinen einer Projektabwicklung, was sich in zahlreichen, zuvor genannten Anwendungsfällen widerspiegelt. Die Anwendungsfälle werden in Pilotphasen separat getestet, evaluiert, adaptiert und in den allgemeinen Arbeitsablauf integriert. Die einzelnen Teilprozesse werden in Zukunft miteinander verknüpft, wodurch Fehler vermieden und die Wirtschaftlichkeit erhöht werden soll. Um eine Verknüpfung von Prozessen zu erreichen, bedarf es der Kompatibilität von Strukturen und Daten. International wird durch Standardisierungsorganisationen wie ISO, CEN oder buildingSMART versucht, eine Kompatibilität über offene Standards herzustellen. Für den Spezialtiefbau selbst gibt es bisher noch kein Gremium zur Standardisierung eines IFC-Dateiformats. Für den Bereich

¹ Vgl. König u. a. (2017), S. 227 - 231

des Tunnelbaus soll eine Vereinheitlichung als IFC-Tunnel erfolgen. Aktuell wird die Entwicklung und Forschung hauptsächlich durch Forschungsprogramme deutscher Universitäten vorangetrieben.² Dass eine Anwendung gewinnbringend ist, zeigt der Ausbau der Doha Metro in Katar. Hier hat sich der Bauherr bewusst für eine Abwicklung mit BIM entschieden.

Bezüglich der modellbasierten Mengenermittlung kommt Schumann zu folgendem Ergebnis: „Regelmäßige Ermittlung der modellbasierten Mengen hat zur besseren Kostenkontrolle beigetragen, indem die Kostenauswirkungen aufgrund von Entwurfsänderungen unmittelbar während der Entwurfsentwicklung nachverfolgt werden konnten“.³

3 Mengenermittlung im Bauwesen

Die Mengenermittlung ist ein Kernprozess eines jeden Bauprojekts von der Entwurfs- bis hin zur Nutzungsphase. Speziell bei Bauwerken mit vielen unterschiedlichen Geometrien, Baustoffen, Öffnungen etc. ist die Mengenberechnung zeitaufwändig und mit reichlich Fehlerpotenzial behaftet. Ein bereits im Hochbau angewandtes BIM-Werkzeug (Anwendungsfall) ist die Mengenermittlung auf Basis eines 3D-Modells (= modellbasierte Mengenermittlung). Um auch im Spezialtiefbau und Tunnelbau in offener Bauweise eine modellbasierte Mengenermittlung zu ermöglichen, müssen gewisse, vom Hochbau abweichende Herausforderungen im Modell und den einzelnen Arbeitsschritten gelöst werden. Diese sind nachfolgend dargestellt.

3.1 Strategien der modellbasierten Mengenermittlung

Bei der modellbasierten Mengenermittlung wird in verschiedene Strategien und Verfahren unterschieden. Die Hauptunterschiede liegen dabei in der Genauigkeit bzw. dem geforderten Detaillierungsgrad. Zu jeder Projektphase sind teilweise gleiche Fachmodelle mit verschiedenen Detaillierungsstufen vorhanden. Bei einer relativ frühen „Mengenvorschau“ wird nicht derselbe Detaillierungsgrad des Modells gefordert, wie bei der Mengenermittlung zum Zeitpunkt der Ausführung oder Abrechnung.⁴ Für die Mengenermittlung filtern sich zwei Strategien heraus. Eine Möglichkeit in frühen Projektphasen einen groben Überblick über die Mengen zu erhalten, ist die Mengenermittlung über Kennwerte. Dabei werden räumliche Abschnitte, Bereiche oder Zonen, den jeweiligen Eigenschaften und Funktionen entsprechend, klassifiziert oder typisiert. Mit entsprechenden Kennwerten lassen sich innerhalb kurzer Zeit Rückschlüsse auf Mengen und somit auch auf Kosten ziehen.⁵ Die deutlich genauere aber auch aufwändigere Möglichkeit der Mengenermittlung ist die Ermittlung der einzelnen Leistungen. Dafür wird das zu erstellende Bauwerk sehr detailliert modelliert. Die Mengen jeder Leistung können einzeln zugeordnet werden. Ein weiterer Vorteil dieser Methode ist die Möglichkeit der Plausibilitätskontrolle und Visualisierung. In der Realität kann und muss nicht jedes Detail modelliert werden, da der Aufwand zu hoch und der Mehrwert zu gering ist.

² Vgl. o. V. (2016), BMVI, S. 44 ff.

³ Schumann (2016), S. 15

⁴ Vgl. Hanff / Wörter (2015), S. 334 f.

⁵ Vgl. Hanff / Wörter (2015), S. 334 f.

Dennoch sollten alle Bestandteile, wenn auch semantisch, im Bauwerksmodell enthalten sein.⁶

3.2 Ausgangslage und Anforderungsanalyse für die modellbasierte Mengenermittlung

Die modellbasierte Mengenermittlung soll den Prozess der Mengenermittlung beschleunigen und die Genauigkeit, Transparenz und Wirtschaftlichkeit erhöhen. Um eine automatisierte Abfrage tätigen zu können, müssen zum einen die erforderlichen Dateninhalte und Datenstrukturen ausgearbeitet sein, was eine Anpassung bzw. Erweiterung der reinen Modellierungssysteme bedeutet. Das beinhaltet unter anderem auch eine korrekte, geschlossene Darstellung aller möglichen 3D-Körper, aus denen die geometrischen Eigenschaften, wie bspw. Volumen, Flächen und Längen, hervorgehen. Zu den geometrischen Eigenschaften werden darüber hinaus weitere semantische Eigenschaften bzw. alphanummerische Informationen über Attribute hinzugefügt. Die Attributierung kann sowohl automatisch bei der Modellierung, als auch manuell durch gezieltes „Nach-attributieren“ erfolgen. Zum anderen müssen die Regeln für die Abrechnung von Bauleistungen (z. B. in Deutschland die VOB/C) beachtet werden, was weitere geometrische Beschreibungen und Informationen im Modell, aber auch in der Kalkulationssoftware mit sich bringt.

Im Tunnelbau in offener Bauweise lassen sich Parallelen zum Hochbau ziehen, wie bspw. die anfallenden und abrechenbaren Mengen des Schalens, Bewehrens und Betonierens. Der Spezialtiefbau hingegen korrespondiert eher mit dem bergmännischen Tunnelbau. Demzufolge unterscheiden sich auch die modellbasierten Mengenermittlungen beim Spezialtiefbau und beim Tunnelbau in offener Bauweise und den damit zusammenhängenden Voraussetzungen, insbesondere im Hinblick auf das Modell, die Attributierung und die QTO-Abfrage (Quantity TakeOff) deutlich voneinander. Die Unterschiede werden nachfolgend genauer erörtert.

Spezialtiefbau

Nicht jede Disziplin des Spezialtiefbaus lässt sich im Modell darstellen, wie bspw. die Injektionen oder das Mixed-in-Place Verfahren. Ist eine Darstellung möglich, muss zwingend zwischen LV-Mengen und VE-Mengen unterschieden werden. Je nach Anwendung unterscheiden sich die Einbaumengen deutlich von den im Modell enthaltenen Mengen. Im Fall von überschnittenen Bauteilen (Bohrpfahlwand, Schlitzwand) müssen diese in der Kalkulation und bei der Ausführung beachtet werden. Dies erfordert Anpassungen seitens der Mengenabfrage, da die abrechenbare Ansichtsfläche nicht in Verbindung mit den tatsächlich anfallenden Kosten steht.

Während im Hochbau mittlerweile mit vorattribuierten Bauteilen gearbeitet werden kann, muss aktuell im Spezialtiefbau jedes Bauteil manuell attribuiert werden. Solange es noch keine spezifischen Bauteilfamilien für den Spezialtiefbau gibt, werden vorhandene Bauteilfamilien aus dem Hochbau genutzt und mit den spezialtiefbautypischen Eigenschaften versehen. Beispielsweise können Schlitzwände durch Hochbauwände (Walls) und Bohrspähle

⁶ Vgl. Hanff / Wörter (2015), S. 336 f.

durch Stützen/Säulen (Column) aus dem Hochbau dargestellt werden. Für die einzelnen Bauteile können Bauteilfamilien (vgl. Revit) oder Smartparts (vgl. Allplan) erstellt werden. Bei wenigen sowie identisch bleibenden Bauteilen bedeutet das keinen erheblichen Mehraufwand. Mit steigender Komplexität des Bauvorhabens steigt auch der Aufwand der Modellierung.

Tunnelbau in offener Bauweise

Ein Tunnel in offener Bauweise besteht grundsätzlich aus Sohle, Wand und Decke. Die blockweise Herstellung gleicht den Strukturen des Hochbaus. Die Ähnlichkeit zum Hochbau macht die Nutzung vorhandener Bauteilfamilien, wie bspw. von Decken und Wänden einfach. Jedoch ist hierbei festzustellen, dass das Bauwerk im Gegensatz zum Hochbau sich nicht an einer NN-Höhe orientiert, sondern entlang einer Achse bzw. Trasse verläuft. Dadurch werden die genaue Lage, die Orientierung und die Verknüpfung der einzelnen Bauteile deutlich komplexer.

4 Methodischer Ansatz zur modellbasierten Mengenermittlung

Um eine fehlerfreie und transparente modellbasierte Mengenermittlung im Spezialtiefbau und Tunnelbau in offener Bauweise zu entwickeln, sind gewisse Voraussetzungen im Bereich der Modellerstellung, Attributierung und den Abfrageparameter notwendig. Diese werden nachfolgend erläutert.

4.1 3D-Modellierung

Einhaltung der Modellierungsrichtlinien

Um das 3D-Modell BIM-konform zu erstellen, ist die Einhaltung der Modellierungsrichtlinien essenziell.⁷ Diese werden vor Projektstart festgelegt und stellen quasi den „Roten Faden“ dar. Diese beinhalten u. a. welche Komponenten mit welchen Eigenschaften im 3D-Modell enthalten sein müssen. Dazu zählt eine konsequente Aufgliederung des Gesamtmodells in fachspezifische Teilmodelle, aber auch ein einheitlicher Detaillierungsgrad für konsistente und vergleichbare Planungsstände und Kollisionskontrollen. Weitere wichtige Punkte, die in den Modellierungsrichtlinien geregelt werden, sind verwendete Koordinatensysteme und ein gemeinsamer Koordinatenursprung, einheitliche Maßeinheiten, Modellstrukturen und verwendete Farbschemata. Des Weiteren müssen einheitliche Namenskonventionen und ein einheitliches Verständnis für den Level of Development (LOD) vorhanden sein.⁸ Der LOD beschreibt den Fertigstellungsgrad und Detaillierungsgrad eines Modells.⁹ Dieser steht zusammengefasst für den Level of Geometry (LOG) und den Level of Information (LOI). Dabei beschränkt sich der LOG auf den Detaillierungsgrad der geometrischen Darstellung und der LOI beschreibt den qualitativen und quantitativen Informationsgehalt der Bauteile sowie des Gesamtmodells.¹⁰

⁷ Vgl. o. V. (2013), Forschungsprogramm des BMVBS, S. 32

⁸ Vgl. Hausknecht / Liebich (2016), S. 117 ff.

⁹ Vgl. Beetz u. a. (2015),

¹⁰ Vgl. Pilling (2016), S. 230

Einheitliche LODs und einheitliche Eigenschaften

Für genaue Definitionen der LODs sei auf die NATSPEC verwiesen. Für den Spezialtiefbau sind bisher noch keine einheitlichen LODs vorhanden, was eine projektspezifische Auslegung und Vereinbarung erfordert. Für die weitere BIM-Nutzung hinsichtlich 4D (Terminplanung und Ablaufplanung) und 5D (Mengen- und Kostenbewertung) sind weitere Eigenschaften im Modell notwendig. Einbauteile bzw. Lücken, die erst bei höherem Detaillierungsgrad in das Modell integriert werden, müssen bereits vorab als Platzhalter und als ein „aktives“ Bauteil dargestellt werden.

Komplexe Bauteile durch zusammenfügen einfacher Bauteile erstellen

Komplexe Bauteile bringen für die weitere Modellnutzung in vielerlei Hinsicht Herausforderungen mit sich. In der Terminplanung bei der Verknüpfung des 3D-Modells mit den jeweiligen Terminen müssen komplexe Bauteile in ihre Herstellungsschritte unterteilt und dürfen nicht als ein „Gesamtbauteil“ modelliert werden. Auch für die Mengenermittlung ist die Einfachheit der Bauteile wichtig. Bauteile mit zu komplexen Geometrien und Formen können teilweise nicht durch das AVA-Programm berechnet werden. Die einzelnen Bauteile können mithilfe der Attribute als ein Gesamtbauteil kenntlich gemacht werden.

Fehlerfreie Codierung und Attributierung

Solange es noch keine speziellen Bauteilfamilien für den Spezialtiefbau und Tunnelbau gibt, muss sich mit bestehenden Hochbau-Bauteilen und einer angepassten Attributierung geholfen werden. Prinzipiell sollten in jedem Bauteil vordefinierte Attribute und Eigenschaften hinterlegt sein. Im Hochbau ist dies über Bauteilfamilien und den dazugehörigen IFC-Standards der Fall. Im Spezialtiefbau kann bei der Modellierung auf keine vordefinierten Bauteilfamilien zurückgegriffen werden. Dies hat eine „manuelle“ Attributierung zur Folge. Die Attributierung muss fehlerfrei sein, da sonst eine korrekte Mengenermittlung nicht möglich ist.

Bauteilfamilien

Anknüpfend an den vorigen Punkt, sollte bei der Modellierung, sofern möglich, auf vorhandene Bauteilfamilien zurückgegriffen werden, da diese bereits ausreichend verifiziert wurden.

4.2 Codierung und Attributierung

Die bereits angesprochene Codierung und Attributierung der Bauteile ist die Grundlage für die Verknüpfung des 3D-Modells mit den jeweiligen Anwendungsfällen wie beispielsweise der Terminplanung oder der modellbasierten Mengenermittlung. Dem Bauteil werden mit Hilfe der Attribute semantische Eigenschaften und Informationen zugewiesen. Um die einzelnen Bauteile für die Terminplanung und modellbasierte Mengenermittlung zu strukturieren, ist eine eindeutige Codierung bzw. Attributierung notwendig. Der auf einer string-basierten Struktur aufbauende Code besteht aus der Aneinanderreihung definierter Attribute. Die Code-Struktur hat den Vorteil, dass bei weiterführender Softwarenutzung der Code maschinell gefiltert und ausgewertet werden kann. Der Codeaufbau und die Codelänge sind

prinzipiell frei wählbar und je nach Anwendungsfall projektspezifisch individuell zu erstellen.¹¹ Die Codierung kann sowohl aus Attributen bestehen, die die Lage des Bauteils im Projekt eindeutig beschreiben, als auch Attribute enthalten, die durch ihre semantischen Informationen zur Differenzierung der Bauteile im Projekt beitragen. Werden im Anschluss dem Bauteil weitere, für den jeweiligen Anwendungsfall maßgebliche Attribute zugewiesen, die nicht zwingend im Code enthalten sein müssen, spricht man von einer weiterführenden Attributierung.

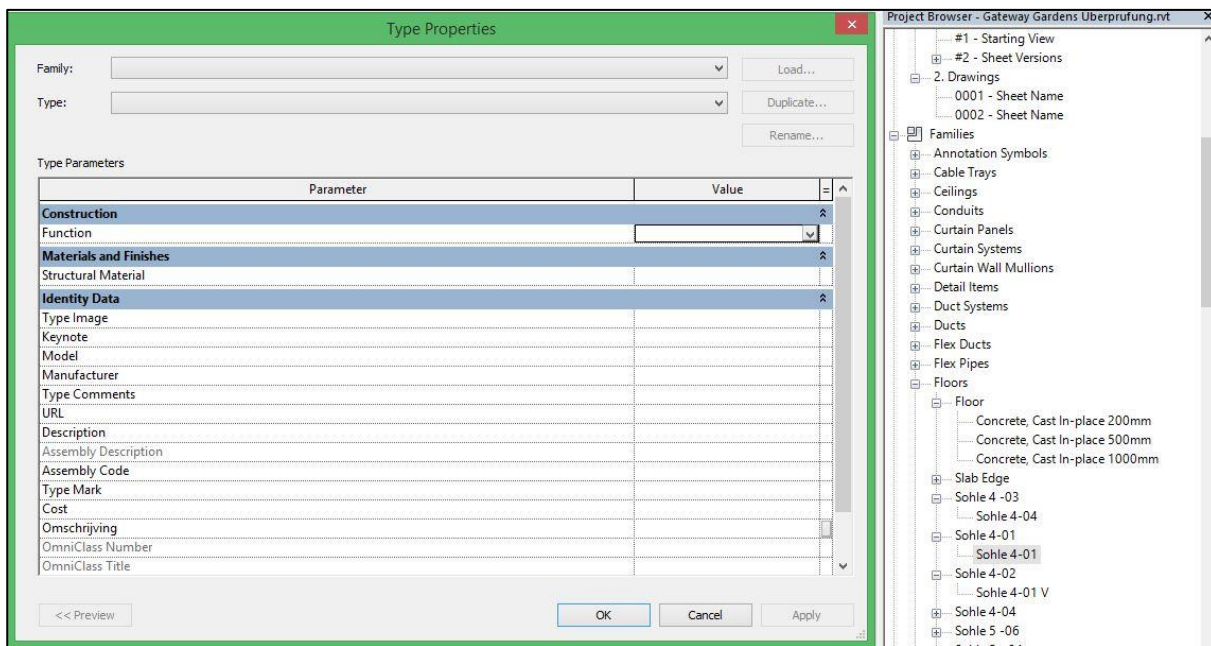
Attributvergabe

Um einen einheitlich verständlichen Code zu erstellen, muss die Attributierung sinnvoll und verallgemeinerbar sein. Dementsprechend ist hier die ausgearbeitete Codierung so allgemein wie möglich gehalten.

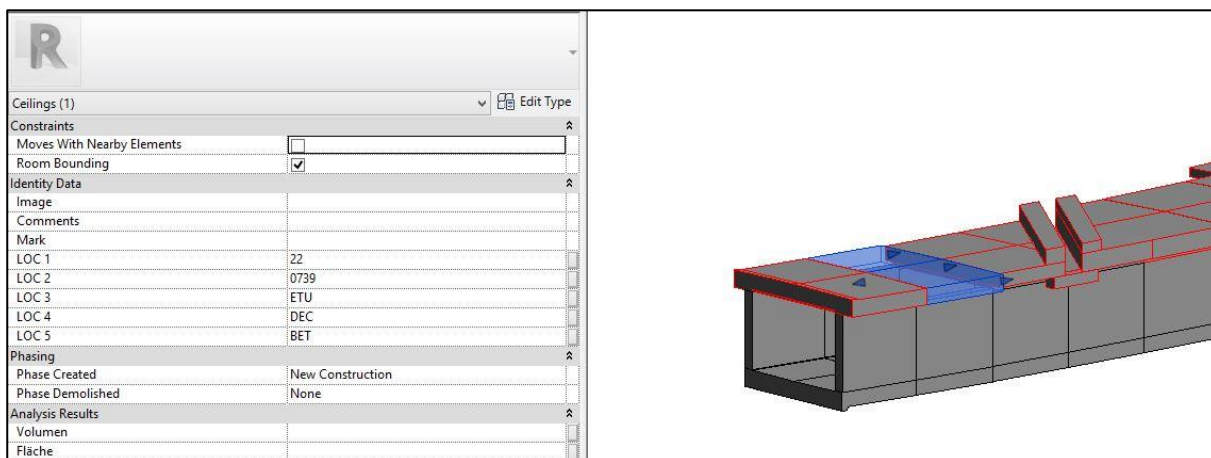
Häufig werden bei Straßen- und Schienenbauprojekten die Trassen und Achsen zur Orientierung herangezogen. Die darin enthaltenen Stationierungen dienen als eine lokale Beschreibung. Ab einer gewissen Größe des Bauprojekts wird dieses häufig in Baulose oder Vergabeeinheiten unterteilt. Zur weiteren Differenzierung bestimmter Abschnitte oder Bauteile werden beispielsweise Namen für Bauwerke und Nummern für Vortriebe und Tunnelblöcke vergeben. Diese Zuordnung wird bereits in einer sehr frühen Projektphase vorgenommen, um ein einheitliches Projektverständnis aufzubauen. Diese Bezeichnungen befinden sich ebenfalls in der Leistungsbeschreibung und dem Leistungsverzeichnis. Es bietet sich deshalb an, den Code hierarchisch aufzubauen. Wie sich herausgestellt hat, erweist sich eine Codierung, bestehend aus Objektbeschreibung, Vergabeeinheit, Block bzw. Stationierung, Bauteilnummer und Bauabschnitt, als zielführend. Diese fünf Attribute erläutern allerdings nur die Lokal-Beziehung. Für weitere Differenzierungen sind zusätzliche semantische Attribute mit den entsprechenden Eigenschaften notwendig. Darunter fallen beispielsweise Attribute wie Modellelement, Material, Materialeigenschaften, maßgebliche Bauteilabmessungen und weitere. Die Hierarchie kann projektspezifisch variieren und kann beliebig aufgebaut werden.

Nach der Festlegung einer einheitlichen Codierung und Attributierung ist eine korrekte Integration (Attributvergabe) in das 3D-Modell entscheidend. Dafür gibt es - CAD-Programm abhängig - mehrere Möglichkeiten. Eine Lösung ist die Attributvergabe bei der Erstellung einer Systemfamilie. Für jedes neue Bauteil wird eine eigene Systemfamilie erzeugt und mit den zugehörigen Eigenschaften und Attributen versehen. Bei einer Korrektur reicht die einmalige Korrektur des Attributs in der Systemfamilie, infolgedessen alle Bauteile dieser Systemfamilie automatisch angepasst werden (siehe Abb. 1).

¹¹ Vgl. Christalon / Neubauer (2015), S. 500 ff.

Abbildung 1: Attributierung über Systemfamilien aus Revit¹²

Eine andere, aber deutlich aufwendigere Möglichkeit ist die nachträgliche manuelle Attributierung durch Auswählen jedes einzelnen Bauteils. Jedes Bauteil muss separat ausgewählt und mit Attributen versehen werden. Vorlagen (Templates) können hilfreich sein, müssen jedoch ebenso einzeln angepasst werden. Das Fehlerpotenzial dieser Methode ist somit deutlich höher (siehe Abb. 2).

Abbildung 2: Manuelle Attributierung aus Revit¹³

Eine dem vorigen Punkt ähnliche Möglichkeit ist die Attributierung jedes einzelnen Bauteils mit Hilfe von Listen. Das Fehlerpotenzial sinkt und eine schnelle Änderung bzw. Anpassung mehrerer Bauteile ist möglich (siehe Abb. 3). Die Listen sind in Excel exportierbar und somit mit allen Excel-Anwendungen bearbeitbar und können anschließend wieder reimportiert werden.

¹² Darstellung aus Revit 2017 (Autodesk)

¹³ Darstellung aus Revit 2017 (Autodesk)

<Ceiling Schedule>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Area	Family and Type	LOC 1	LOC 2	LOC 3	LOC 4	LOC 5	Volume
133.14 m ²	Dach 7-39: Dach 7-3	22	0739	ETU	DEC	BET	194.10 m ³
126.90 m ²	Dach 7-40: Dach 7-4	22	0740	ETU	DEC	BET	184.98 m ³
149.26 m ²	Dach 7-37: Dach 7-3	22	0737	ETU	DEC	BET	204.94 m ³
176.29 m ²	Dach 7-36: Dach 7-3	22	0736	ETU	DEC	BET	233.65 m ³
129.62 m ²	Dach 7-35: Dach 7-3	22	0735	ETU	DEC	BET	169.81 m ³
133.85 m ²	Dach 7-34/33: Dach	22	0734	ETU	DEC	BET	167.68 m ³
127.92 m ²	Dach 32/31: Dach 32/	22	0732	ETU	DEC	BET	157.68 m ³
137.31 m ²	Dach 7-31-32: Dach 7	22	0731	ETU	DEC	BET	169.24 m ³
94.09 m ²	Dach 7-30: Dach 7-3	22	0730	ETU	DEC	BET	117.37 m ³
168.68 m ²	Dach 7-29: Dach 7-2	22	0729	ETU	DEC	BET	207.89 m ³
265.26 m ²	Dach 7-28/27: Dach	22	072827	ETU	DEC	BET	326.96 m ³
138.89 m ²	Dach 7-26: Dach 7-2	22	0726	ETU	DEC	BET	158.15 m ³
147.56 m ²	Dach 7-25: Dach 7-2	22	0725	ETU	DEC	BET	181.88 m ³
241.50 m ²	Dach 7-24: Dach 7-2	22	0724	ETU	DEC	BET	270.91 m ³
136.25 m ²	Dach 7-22: Dach 7-2	22	0722	ETU	DEC	BET	188.98 m ³
103.58 m ²	Dach 7-21: Dach 7-2	22	0721	ETU	DEC	BET	143.67 m ³
98.10 m ²	Dach 7-20: Dach 7-2	22	0720	ETU	DEC	BET	143.67 m ³
98.10 m ²	Dach 7-19: Dach 7-19	22	0719	ETU	DEC	BET	143.67 m ³

Abbildung 3: Listen Attributierung aus Revit¹⁴

4.3 Dateiformate & Schnittstellen

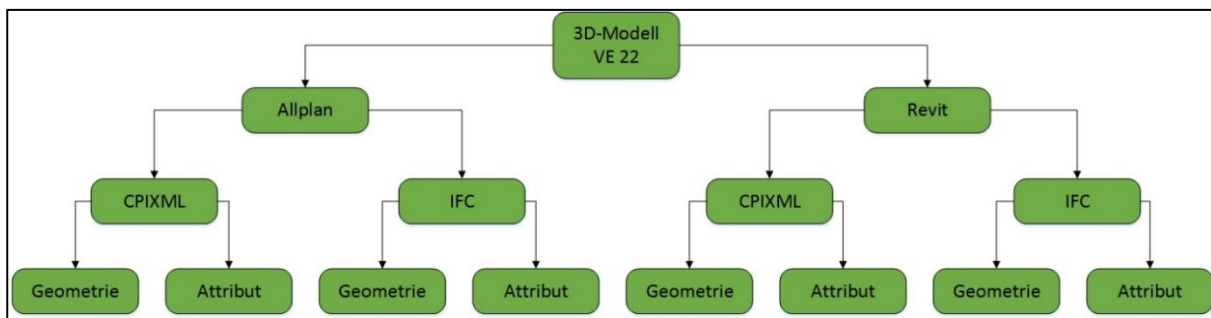
Entscheidend ist, dass das 3D-Modell mit all seinen geometrischen und semantischen Informationen verlustfrei exportiert und in Folgeprogrammen fehlerfrei importiert und genutzt werden kann. Dafür ist ein einheitliches Dateiformat notwendig. Im Hinblick auf OpenBIM bietet sich ein Export als IFC-Datei an. Darüber hinaus wurde beispielsweise seitens RIB eine eigene Schnittstelle (CPIXML-Dateiformat inklusive Plug-In) für gängige CAD-Programme und für die hausinternen AVA-Software iTWO 5D entwickelt. In der folgenden Ausarbeitung wird aufgezeigt, welche Vor- und Nachteile bzw. Unterschiede die einzelnen Formate mit sich bringen.

5 Evaluation an einem Beispiel

Ziel der Evaluation an einem Beispielprojekt war es, die Möglichkeit einer modellbasierten Mengenermittlung mit seinen Vor- und Nachteilen, seinen Chancen und Risiken darzustellen und zu bewerten.

Nach einem iterativen Prozess, bestehend aus der Anpassung der Modelle, der Attributierung und entsprechenden „Einstellungen“ in RIB iTWO 5D, war eine modellbasierte Mengenermittlung möglich. Aufgrund verschiedener Herangehensweisen und Möglichkeiten ist ein Vergleich verschiedenster Methoden und Ausgangssituationen notwendig. Die Unterschiede ergeben sich u. a. aus dem gewählten CAD-Programm, dem Exportformat und der Definition der Mengenabfrage.

¹⁴ Darstellung aus Revit 2017 (Autodesk), eigene Bauteilliste

Abbildung 4: Übersicht der Modellvarianten¹⁵

Wie in Abbildung 4 zu sehen ist, wurden für die Modellierung zwei verschiedene Programme genutzt. Alleine dadurch ergeben sich in der darauffolgenden Weiternutzung im Sinne einer Mengenermittlung deutliche Abweichungen. Aufgrund weiterer, bereits genannter Wahlmöglichkeiten resultieren acht verschiedene Ergebnisse, welche zu teilweise unterschiedlichen Resultaten beim Anwendungsfall der modellbasierten Mengenermittlung führen können. Dabei wird zwischen Bauteilen, die *korrekt erkannt*, *zum Teil korrekt erkannt* und *nicht erkannt* werden unterschieden. Verdeutlicht wird dies durch das Analyseergebnis in Tabelle 1.

Tabelle 1: Analyseergebnis aus iTWO 5D¹⁶

Bewertungskriterien	Allplan CPIXML (Geometrie)	Allplan CPIXML (Attribut)	Allplan IFC (Geometrie)	Allplan IFC (Attribut)	Revit CPIXML (Geometrie)	Revit CPIXML (Attribut)	Revit IFC (Geometrie)	Revit IFC (Attribut)
Importqualität	o	o	o	o	o	o	+	+
Vollständigkeit der Mengen	-	+	-	-	-	-	+	+
Genauigkeit der Mengen	+	+	o	-	+	+	o	+

Legende

gut	+
ausreichend	o
schlecht	-

6 Fazit

Die mit BIM im Zusammenhang stehende modellbasierte Mengenermittlung ist auch im Spezialtiefbau und Tunnelbau in offener Bauweise technisch möglich. Sofern Grundvoraussetzungen, wie 3D-Modell, Codierung und Attributierung, Dateiformate und Einstellungen in den Softwareprogrammen stimmen, kann die modellbasierte Mengenermittlung für den Bereich des Spezialtiefbaus und Tunnelbaus in offener Bauweise genutzt werden.

¹⁵ Eigene Darstellung

¹⁶ Eigene Darstellung

Die modellbasierte Mengenermittlung ist im hohen Maße abhängig von der Modellierung und Attributierung. Bei der 3D-Modellierung sind die Modellierungsgrundsätze einzuhalten. Unabhängig der Modellierungssoftware sind die Bauteile möglichst einfach darzustellen. Die Komplexität einzelner Bauteile kann durch Zusammenfügen einfacher Geometrien und Formen bzw. systematische Attributierung erreicht werden. Sofern keine Attributierung über Bauteilfamilien hinterlegt ist, muss eine Attributierung für das jeweilige Projekt angelegt werden. Als sinnvoll hat sich eine allgemeine und projektunabhängige Attributstruktur erwiesen, welche auf jegliche Projekte übertragen werden kann. Sowohl die Wahl der Modellierungssoftware, als auch die Schnittstelle zwischen Modellierungssoftware und der AVA-Software sind für die Qualität der Mengenermittlung entscheidend. Während in Revit der Fokus auf der Modellierung mit Bauteilfamilien liegt, ist das freie Modellieren in Allplan einfacher. Bei beiden CAD-Programmen ist eine Attributierung mit Hilfe von Excel bzw. Listenansichten möglich und verringert die Fehleranfälligkeit. Der Export für die weitere Bearbeitung in iTWO 5D ist sowohl im IFC-Format als auch im CPIXML-Format möglich. Über die Importqualität der Modelle in iTWO 5D lässt sich nicht zwangsläufig die Qualität der Mengenermittlung ableiten. Die modellbasierte Mengenermittlung in iTWO 5D ist abhängig von der korrekten Verknüpfung zwischen dem Bauteil, der LV-Position und der QTO-Formel. Das in der Praxisevaluation untersuchte Beispielprojekt zeigt deutlich, dass es eine Frage des Detaillierungsgrads der Modellierung ist, welche Bauteile im Modell dargestellt werden. Nicht jedes Detail muss im 3D-Modell enthalten sein. Zielführend ist die modellbasierte Mengenermittlung der „Hauptmengen“. Gerade bei komplexen und großen Projekten und in Anbetracht häufiger Planänderungen kann die modellbasierte Mengenermittlung der Hauptmengen entscheidende Vorteile mit sich bringen. Auch mit Bezug auf aktuelle Ausschreibungsanforderungen und darin enthaltene BIM-Anwendungsfälle ist lediglich die Erfassung der Hauptmengen realistisch. Die händische Mengenermittlung von Details und nicht im Modell darstellbaren Bauteilen wird auch in naher Zukunft nicht entfallen.

Literaturverzeichnis

Beetz et al. (2015)

Beetz, Jakob; et al.: Prozessgestützte Definition von Modellinhalten. In: Borrmann, André et al. (Hrsg.): Building Information Modeling – Technologische Grundlagen und industrielle Praxis, Wiesbaden: Springer Vieweg, 2015

BMVBS (2013)

BMVBS: BIM-Leitfaden für Deutschland – Informationen und Ratgeber, Forschungsprogramm der ZukunftBA

Brodbeck (2017)

Brodbeck, Alexander: Methodischer Ansatz zur Mengenermittlung im Spezialtiefbau und Tunnelbau in offener Bauweise im BIM-Standard an einem Bauprojekt, Stuttgart: Universität Stuttgart – Institut für Baubetriebslehre

Christalon/Neubauer (2015)

Christalon, Harald; Neubauer, Clemens: BIM powered by PORR AG. In: Borrmann, André et al. (Hrsg.): Building Information Modeling – Technologische Grundlagen und industrielle Praxis, Wiesbaden: Springer Vieweg, 2015

Dobrindt (2017)

Dobrindt, Alexander: Umsetzung des Stufenplans Digitales Planen und Bauen, 1. Fortschrittsbericht; Herausgeber (BMVI), Januar 2017

Hanff/Wörter (2015)

Hanff, Jochen; Wörter, Joachim: BIM für die Mengenermittlung. In: Borrmann, André et al. (Hrsg.): Building Information Modeling – Technologische Grundlagen und industrielle Praxis, Wiesbaden: Springer Vieweg, 2015

Hausknecht/Liebich (2016)

Hausknecht, Kerstin; Liebich, Thomas: BIM-Kompodium – Building Information Modeling als neue Planungsmethode, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2016

König et al. (2016)

König, Michael (et al.): Wissenschaftliche Begleitung der BMVI-Pilotprojekte zur Anwendung von Building Information Modeling im Infrastrukturbau, Forschungsbericht des BMVI, Online Publikation (2016)

Pilling (2016)

Pilling, André: BIM – Das digitale Miteinander – Planen, Bauen und Betreiben in neuer Dimension, Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2016

Schumann (2016)

Schumann, René (2016): Eisenbahnlinien mithilfe digitaler Modellierung bauen und betreiben. In: Georesources 02/2016, S.13-19

Querschnittsstudie zur Anwendung von Building Information Modeling in Planungsbüros

F. Bialas | S. Brokbals | V. Wapelhorst

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141039-0>

Frank Bialas, M. Sc.

Lehrstuhl Immobilienwirtschaft und Bauorganisation

Technische Universität Dortmund

frank.bialas@tu-dortmund.de

Stefanie Brokbals, M. Sc.

Lehrstuhl Immobilienwirtschaft und Bauorganisation

Technische Universität Dortmund

stefanie.brokbals@tu-dortmund.de

Vincent Wapelhorst, M. Sc.

Lehrstuhl Immobilienwirtschaft und Bauorganisation

Technische Universität Dortmund

vincent.wapelhorst@tu-dortmund.de

Inhalt

1	Einführung	48
2	Forschungsmethodik	48
3	Überblick zur Anwendung von BIM in Planungsbüros	49
4	BIM aus Sicht der Anwender	51
	4.1 Eingrenzung der Untersuchung	51
	4.2 Intensität der Implementierung	51
	4.3 Veränderung der Planungsdauer	55
	4.4 Aktuelle und zukünftige Vorteile	56
	4.5 Hemmnisse	59
5	Zusammenfassung	60

1 Einführung

Die Digitalisierung und die damit einhergehende Implementierung von Building Information Modeling (BIM) ist derzeit einer der größten Trends in der deutschen Bauwirtschaft. Noch im Jahr 2015 waren die Vorbehalte gegenüber der BIM Methode unter den Planern tendenziell am größten. „Insbesondere die Architekten [...] [waren] sehr zögerlich, teilweise sogar ablehnend, gegenüber der Planungsmethode eingestellt.“¹ Häufig diskutierte Hemmnisse waren die „Unterbindung des kreativen [...] Entstehungsprozesses“^{2, 3} sowie „Fragen der Haftung, Versicherung und Urheberschaft.“⁴

Planungsbüros, die bereits mit der BIM Methode arbeiten, bemerken jedoch aktuell „einen deutlichen Anstieg an Planern, die sich auf das ‚Abenteuer BIM‘ einlassen.“⁵ Welche Herausforderungen für Planer mit der Implementierung der BIM Methode einhergehen, wird in der folgenden Studie dargestellt. Ziel ist, den Status quo der BIM Implementierung bei Planern darzustellen sowie die Vorteile, Hemmnisse und den damit verbundenen Handlungsbedarf aufzuzeigen.

2 Forschungsmethodik

Um den Status quo der BIM Methode in Deutschland zu ermitteln wurde von Januar bis Februar 2018 eine quantitative, empirische Untersuchung mittels Online-Befragung als Querschnittsstudie durchgeführt.⁶

Die angestrebte Grundgesamtheit der Studie sind die in Deutschland ansässigen Planungsbüros. Die Auswahlgesamtheit bilden alle Planungsbüros, für die auf den Webseiten der Architektenkammern und in verschiedenen Branchenverzeichnissen Kontaktdaten zur Verfügung stehen. Die einzelnen Planungsbüros stellen die Untersuchungseinheiten dar.⁷ Aus der Auswahlgesamtheit wurden im Rahmen einer aktiven Stichprobenziehung zufällig 2651 in Deutschland ansässige Planungsbüros angeschrieben.⁸ Insgesamt nahmen 134 Planungsbüros an der Studie teil, was einer Rücklaufquote von etwa 5 % entspricht.

Zur Auswertung wurden die Daten zunächst aufbereitet und anschließend statistisch analysiert. Dazu wurden univariate und bivariate deskriptive Analysen zur Darstellung der Häufigkeitsverteilung und der Abhängigkeit von Variablen untereinander durchgeführt.⁹

¹ Pilling 2015, S. 37.

² Vgl. dazu Kap. 4.5, Abb. 11.

³ Pilling 2015, S. 37.

⁴ Ettinger-Brinckmann 2016.

⁵ Bayerische Architektenkammer.

⁶ Vgl. Diekmann 2008, S. 303 ff.

⁷ Vgl. Andreß 2001.

⁸ Vgl. Thielsch/Weltzin 2009.

⁹ Vgl. Diekmann 2008, S. 658 ff.

3 Überblick zur Anwendung von BIM in Planungsbüros

Von den 134 Teilnehmern gaben 49 (36,6 %) an „BIM-Anwender“, 27 (20,1 %) „BIM-Umsteiger“ und 58 (43,3 %) „BIM-Nicht-Anwender“ zu sein (vgl. Abb. 1).

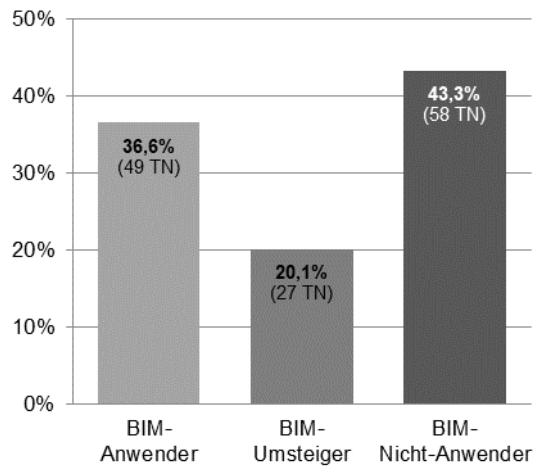


Abbildung 1: Status quo der Implementierung der BIM Methode

Noch im Jahr 2015 galt eine zu geringe Größe der Planungsbüros als ein wesentliches Hemmnis der BIM Anwendung.¹⁰ Diese Sichtweise zeigt sich noch immer beim Status quo der Implementierung der BIM Methode (vgl. Abb. 2). Insbesondere Planungsbüros mit 1 bis 2 und 3 bis 5 Mitarbeitern lehnen die BIM Methode ab (61 % und 66 %). Planungsbüros mit einer Mitarbeiterzahl von 6 bis 9 und 10 bis 19 Mitarbeitern sind etwa gleichermaßen BIM-Anwender (39 % und 41 %) sowie BIM-Nicht-Anwender (44 % und 45 %). Hingegen wenden Planungsbüros mit mehr als 19 Mitarbeitern die BIM Methode bereits mehrheitlich an (58 %) oder befinden sich in der Phase des Umstiegs (33 %). Lediglich 8 % dieser Planungsbüros gehören zu den BIM-Nicht-Anwendern.

¹⁰ Vgl. Braun/Rieck/Köhler-Hammer 2015, S. 14.

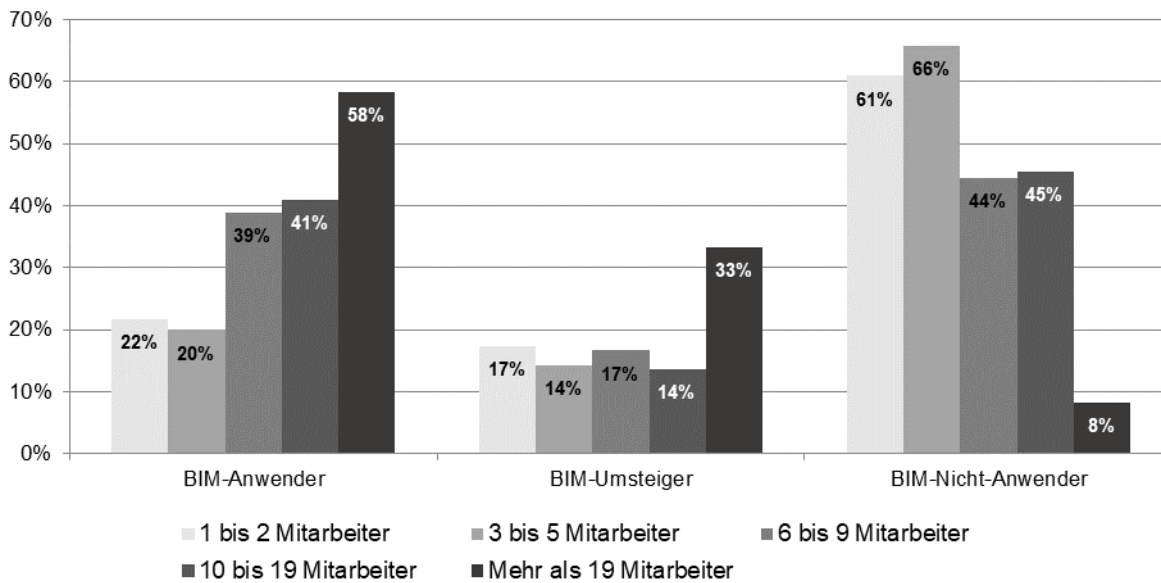


Abbildung 2: BIM Implementierung in Abhängigkeit der Größe der Planungsbüros

Zusätzlich wurde untersucht, inwiefern die Anwendung der BIM Methode bei den Leistungsbildern (gemäß HOAI) variiert. Folgende Leistungsbilder wurden von den Teilnehmern genannt: Landschaftsplanung (15), Gebäudeplanung (94), Innenräume (47), Freianlagen (37), Ingenieurbauwerke (11), Verkehrsanlagen (9), Tragwerksplanung (16) und Technische Ausrüstung (16). Anschließend wurde analysiert, wieweit die BIM Methode bei den einzelnen Leistungsbildern angewendet wird (vgl. Abb. 3).

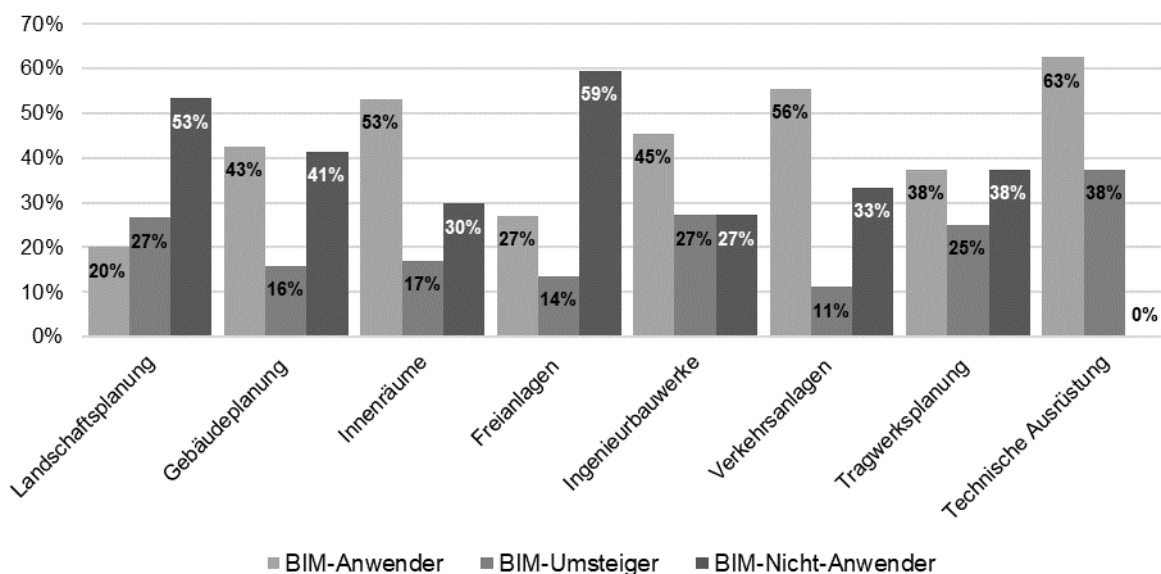


Abbildung 3: Anwendung der BIM Methode in Abhängigkeit der Leistungsbilder (gemäß HOAI)

Im Weiteren werden die Leistungsbilder „Verkehrsanlagen“ und „Gebäudeplanung“ aufgrund der unterschiedlichen Intensität der Forderung und Förderung durch den öffentlichen Auftraggeber näher betrachtet.

Während im Bereich der Verkehrsanlagen bereits 56 % zu den BIM-Anwendern, 11 % zu den BIM-Umsteigern und demnach nur 33 % zu den BIM-Nicht-Anwendern gehören, sind bei

der Gebäudeplanung lediglich 43 % BIM-Anwender und 16 % BIM-Umsteiger. Hingegen sind noch 41 % BIM-Nicht-Anwender.

Ein Grund für den unterschiedlichen Stand der BIM Implementierung könnte der Stufenplan Digitales Planen und Bauen des *Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur* aus dem Jahr 2015 sein. In diesem ist die Einführung der BIM Methode bis zum Jahr 2020 für Verkehrsinfrastrukturprojekte des Bundes festgeschrieben.¹¹ Eine ähnliche Strategie für die Implementierung der BIM Methode bei Hochbauprojekten des Bundes fehlt jedoch bisher. Die Forderung nach der BIM Methode durch (öffentliche) Auftraggeber kann demnach ein Treiber der BIM Implementierung sein (vgl. Kap. 4.5, Abb. 11).

4 BIM aus Sicht der Anwender

4.1 Eingrenzung der Untersuchung

Im Folgenden werden die Ergebnisse einer Teilmenge der angestrebten Grundgesamtheit dargestellt. Die Untersuchungseinheiten sind dabei Planungsbüros, die zur Gruppe der BIM-Anwender gehören. Die Ergebnisse der BIM-Anwender können insbesondere dazu verwendet werden Vorbehalte abzubauen und den BIM-Umsteigern sowie BIM-Nicht-Anwendern als Hilfestellung für die BIM Implementierung dienen. Darüber hinaus werden aktuelle Hemmnisse der BIM Anwendung aufgezeigt.

4.2 Intensität der Implementierung

Bereits in den 1970er Jahren wurden die technologischen Grundlagen für die BIM Methode durch Verknüpfungen von graphischen und alphanumerischen Informationen geschaffen. Der Begriff BIM setzte sich jedoch erst Anfang des 21. Jh. aufgrund einer Marketingstrategie eines großen CAD Software Herstellers durch. Seit Beginn der 2010er Jahre hat sich die BIM Methode international stark verbreitet. In Deutschland wurden jedoch 2014 erstmals öffentliche Pilotprojekte mit der BIM Methode geplant.¹²

Die meisten BIM-Anwender (53 %) wenden die neue Planungsmethode erst seit 1 bis 2 Jahren an. Lediglich 21 % nutzen die BIM Methode länger als 4 Jahre (vgl. Abb. 4).

¹¹ Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2015.

¹² Vgl. Hausknecht/Liebich 2016, S. 40 f.

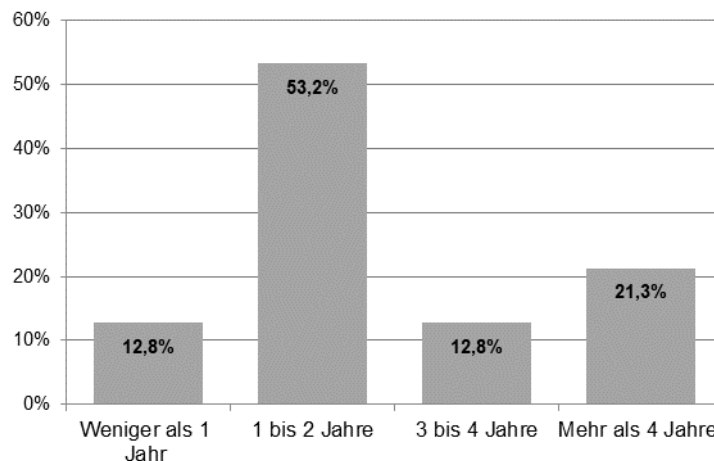


Abbildung 4: Dauer der BIM Anwendung

Ab welcher Projektbauleistung die Anwendung der BIM Methode sinnvoll ist, wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Im BIM-Leitfaden für Deutschland (2013) kamen *Egger et al.* zu dem Ergebnis, „dass BIM für alle Projektgrößen geeignet ist“¹³. Im Jahr 2015 nutzten nach *Braun/Rieck/Köhler-Hammer* dagegen insbesondere Planer mit Projektgrößen über 25 Mio. € die BIM Methode.¹⁴ In dieser Studie wurde die Projektbauleistung, ab der die BIM Methode angewendet wird, abgefragt und mit der Größe der Planungsbüros in Relation gesetzt (vgl. Abb. 5).

Etwa die Hälfte der Planungsbüros mit 1 bis 2 bzw. 3 bis 5 Mitarbeitern wendet die Methode ab Projektbauleistungen von 100.000 bis 750.000 € an. Bei Planungsbüros mit 6 bis 9 Mitarbeitern nutzen 41 % die BIM Methode ab Projektbauleistungen von 750.000 bis 5 Mio. €. Auch Planungsbüros mit 10 bis 19 Mitarbeitern (66 %) oder mehr als 19 Mitarbeitern (52 %) setzen die BIM Methode vorwiegend ab Projektbauleistungen bis 5 Mio. € ein.

¹³ Egger et al. 2013, S. 19.

¹⁴ Vgl. Braun/Rieck/Köhler-Hammer 2015, S. 5.

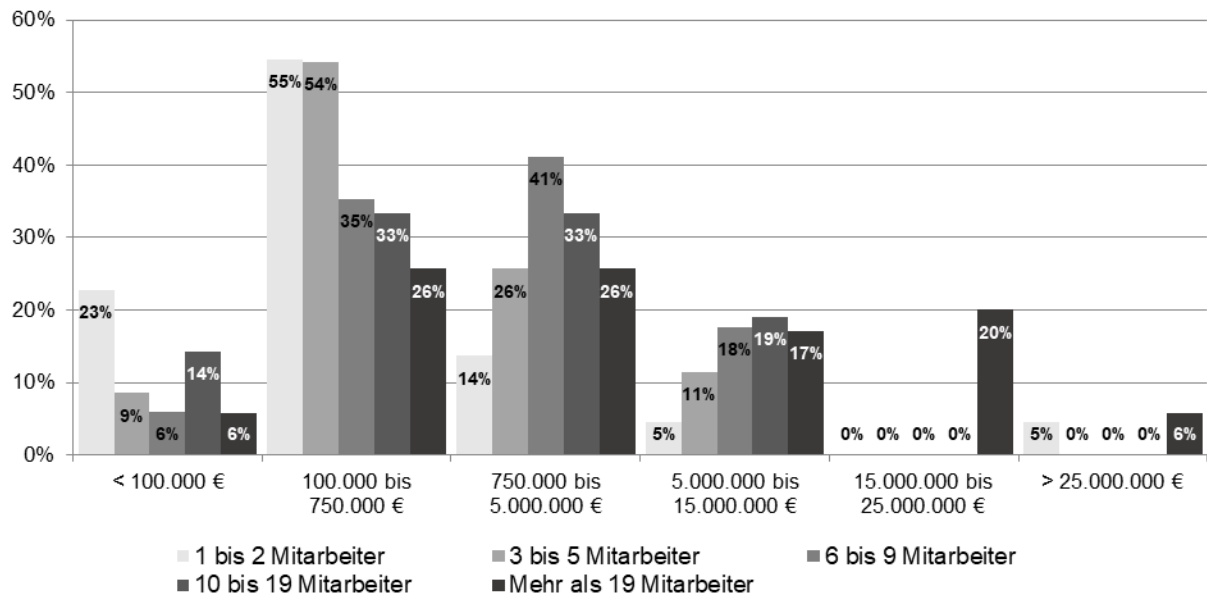


Abbildung 5: BIM Anwendung in Abhängigkeit der Projektbauleistung und Größe der Planungsbüros

Insgesamt können die Ergebnisse von *Egger et al.*, dass die BIM Methode unabhängig von der Höhe der Projektbauleistung eingesetzt werden kann, bestätigt werden. Jedoch steigen mit der Größe der Planungsbüros auch die Projektbauleistungen, bei denen die BIM Methode angewendet wird.

Darüber hinaus wurde abgefragt, in wie viel Prozent der Projekte mit der BIM Methode geplant wird. Die Ergebnisse wurden anschließend, differenziert nach der Dauer der BIM Anwendung, untersucht (vgl. Abb. 6).

Planer mit weniger als einem Jahr BIM Erfahrung nutzen die Methode vorwiegend bei bis zu 20 % der Projekte (83 %). Bei 1 bis 2 Jahren Erfahrung zeigt sich hingegen bereits ein differenzierteres Bild. Bereits 32 % nutzen die BIM Methode bei 41 bis 60 % der Projekte, weitere 32 % bei über 60 % der Projekte.

Bei 50 % der BIM-Anwender mit drei- bis vierjähriger Erfahrung wird die BIM Methode bereits bei über 80 % der Projekte eingesetzt. Dagegen nutzen lediglich 20 % der BIM-Anwender mit mehr als 4 Jahren Erfahrung die BIM Methode bei über 80 % der Projekte. Jeweils 30 % setzen die BIM Methode bei 41 bis 60 % oder 61 bis 80 % der Projekte ein. Zusammenfassend wird festgestellt, dass mit längerer Anwendung der BIM Methode auch mehr Projekte mit dieser abgewickelt werden.

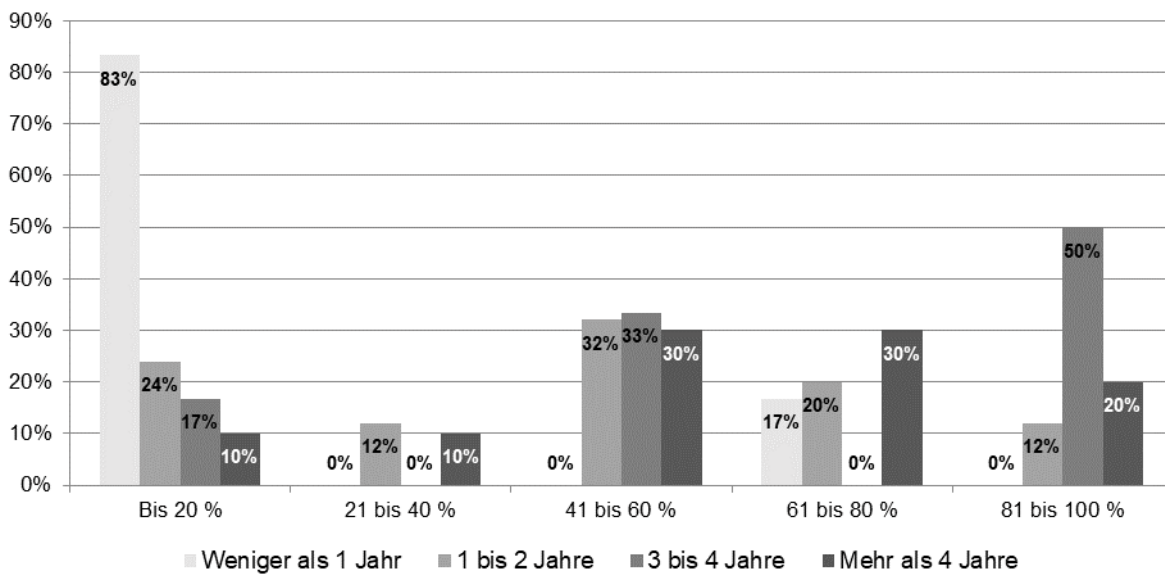


Abbildung 6: Anzahl der BIM Projekte in Abhängigkeit der Dauer der BIM Anwendung

Neben der Dauer der Anwendung ist auch die Art der BIM Anwendung relevant. Diese kann in vier Kategorien von „little closed BIM“ bis „BIG open BIM“ untergliedert werden (vgl. Abb. 7). Bei „little closed BIM“, das 14,3 % der BIM-Anwender nutzen, wird die BIM Methode in der eigenen Fachdisziplin mit einer Software umgesetzt, wobei kein Austausch zu anderen Fachdisziplinen stattfindet. Unter „BIG closed BIM“ (16,3 % der BIM-Anwender) versteht man den Einsatz der BIM Methode bei mehreren Projektbeteiligten innerhalb einer Softwarefamilie, wobei die Daten in einem Koordinationsmodell zusammengeführt werden.¹⁵

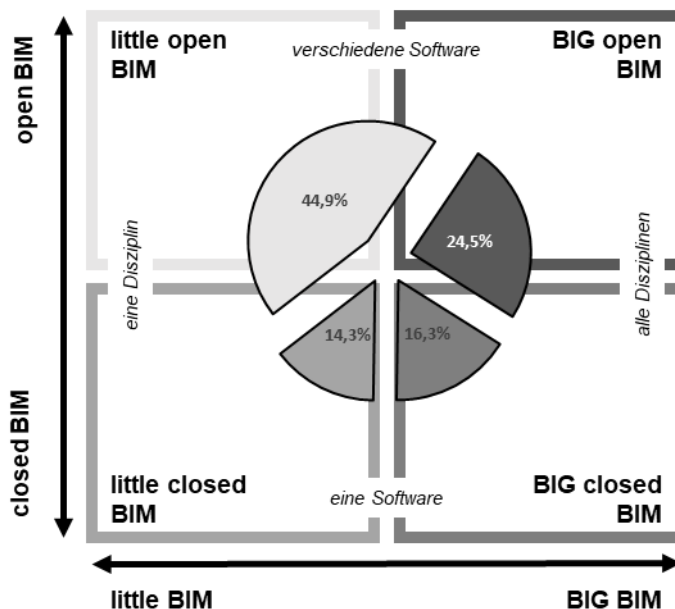


Abbildung 7: BIM Methode von „little closed BIM“ bis „BIG open BIM“¹⁶

¹⁵ Vgl. Liebich/Schweer/Wernik 2011, S. 46 f.; Hausknecht/Liebich 2016, S. 45.

¹⁶ Eigene Darstellung in Anlehnung an Liebich/Schweer/Wernik 2011, S. 46.

Bei „little open BIM“ arbeitet eine Fachdisziplin mit einer Software und nutzt zum Datenaustausch ein neutrales Austauschformat, wie z. B. Industry Foundation Classes (IFC). Der größte Anteil der Teilnehmer nutzt „little open BIM“ (44,9 %). Den größten Mehrwert beim Einsatz der BIM Methode verspricht jedoch die Anwendung von „BIG open BIM“. ¹⁷ Dabei arbeiten mehrere Fachdisziplinen mit unterschiedlicher Software und führen die Informationen über das neutrale Austauschformat IFC zur Koordination zusammen. Dies wird jedoch erst von 24,5 % der BIM-Anwender eingesetzt. In dieser Studie nutzen insgesamt 69,4 % der BIM-Anwender eine offene BIM Anwendung, da durch den neutralen Datenaustausch der Vorteil der effizienteren Kommunikation und Koordination ermöglicht wird (vgl. Kap. 4.5). ¹⁸

4.3 Veränderung der Planungsdauer

Durch die BIM Methode findet eine Veränderung der Planungsdauer in den Leistungsphasen (Lph.) statt. ¹⁹ Diese Entwicklung wurde für die derzeitige und zukünftige Situation durch prozentuale Schätzungen abgefragt. Insgesamt sehen aktuell 82 % der Teilnehmer eine Erhöhung der Planungsdauer für die Lph. 1–4. Für die Lph. 5–7 gaben dagegen nur 51 % der Teilnehmer eine reduzierte Planungsdauer an. Etwa 42 % der BIM-Anwender nehmen sogar aktuell eine Erhöhung der Planungsdauer für die Lph. 5–7 wahr (vgl. Abb. 8).

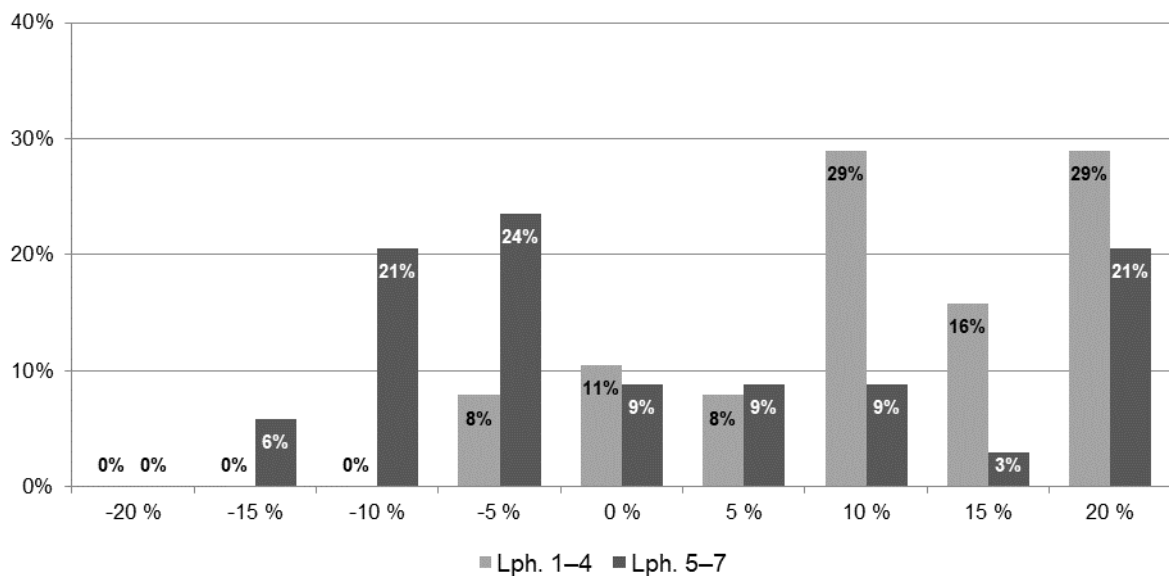


Abbildung 8: Aktuelle Veränderung der Dauer der Leistungsphasen

Die Erhöhung der Planungsdauern zu Beginn der Implementierung der BIM Methode kann damit begründet werden, dass zunächst neue Prozesse erprobt werden müssen. Zukünftig gehen jedoch 84 % der BIM-Anwender von einer Erhöhung der Planungsdauer der Lph. 1–4 aus. Für die Lph. 5–7 schätzen 64 % der Teilnehmer, dass sich die Planungsdauer reduzieren wird (vgl. Abb. 9).

¹⁷ Vgl. Liebich/Schweer/Wernik 2011, S. 46 f.; Hausknecht/Liebich 2016, S. 45.

¹⁸ Vgl. Hausknecht/Liebich 2016, S. 55.

¹⁹ Ähnlich bereits: MacLeamy 2004, zit. n. Borrmann et al. 2015, S. 6.

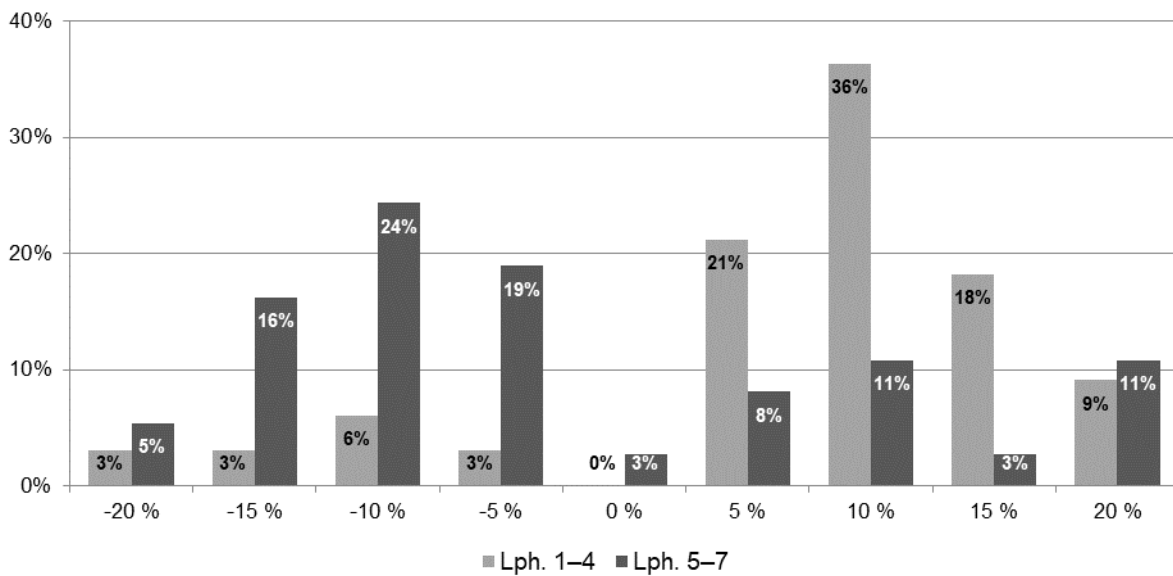


Abbildung 9: Zukünftige Veränderung der Dauer der Leistungsphasen

4.4 Aktuelle und zukünftige Vorteile

Neben den allgemeinen Fragen zur BIM Methode und der veränderten Planungsdauer wurden auch die Vorteile der BIM Anwendung abgefragt. Zunächst wurde untersucht, welche Vorteile den BIM-Anwendern beim „Planungsprozess allgemein“ entstehen. Anschließend wurden die Vorteile nach den Lph. gemäß HOAI unterschieden. Dabei wurden die Lph. in die Kategorien „Lph. 1–4“, „Lph. 5–7“ und „Lph. 8–9“ aufgeteilt. Darüber hinaus wurde untersucht, welche zukünftigen Vorteile die BIM-Anwender durch die BIM Methode erwarten (vgl. Abb. 10).

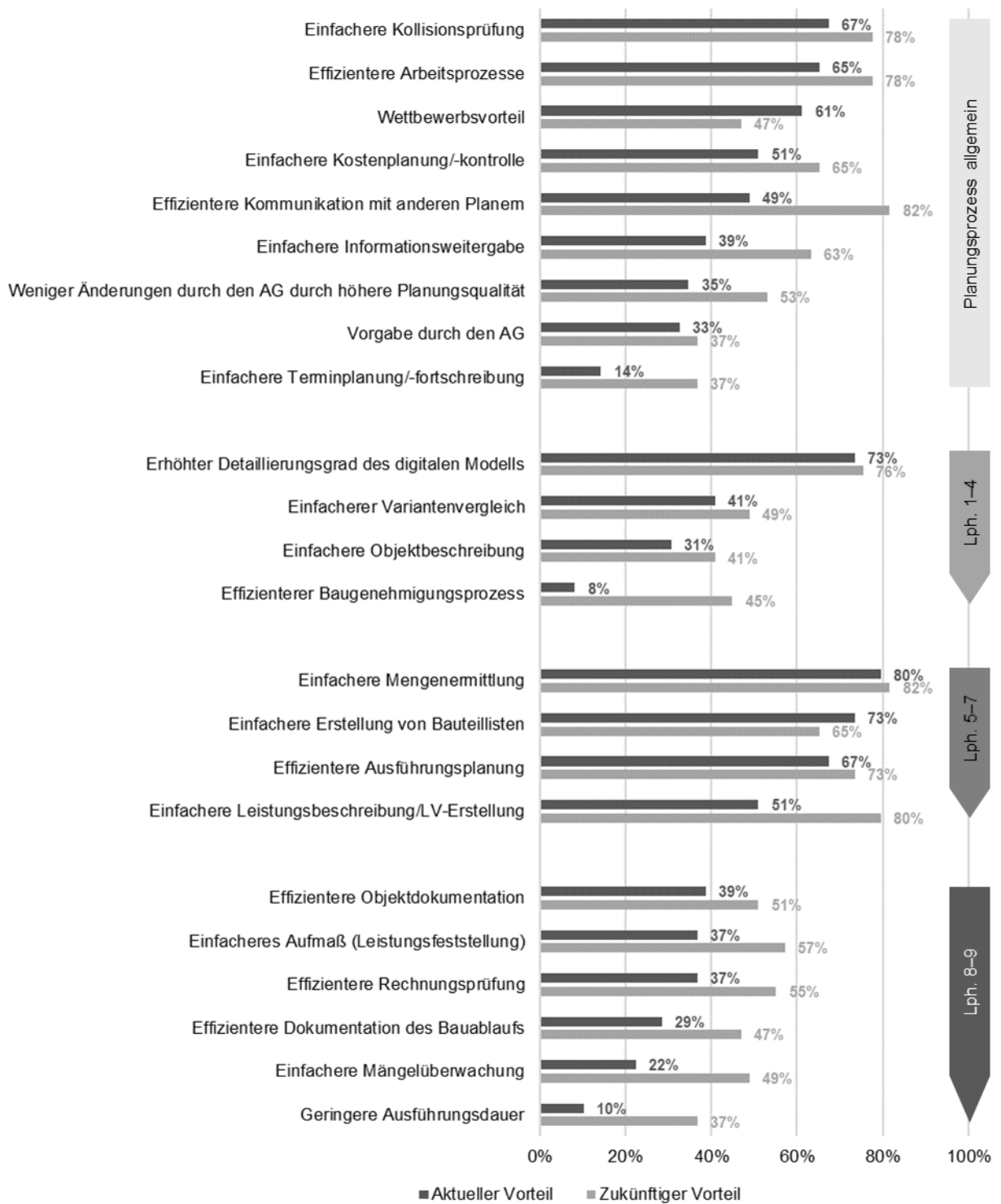


Abbildung 10: Aktuelle und zukünftige Vorteile der BIM Anwendung

Den größten Vorteil der Kategorie „Planungsprozess allgemein“ sehen die BIM-Anwender aktuell in der einfacheren Kollisionsprüfung (67 %). Diese wird auch in der Literatur als Grund für eine erhöhte Planungsqualität sowie verbesserte Zusammenarbeit zwischen den

Beteiligten hervorgehoben.²⁰ Insbesondere für die Schnittstelle zur technischen Ausrüstung erweist sich die Kollisionsprüfung als vorteilhaft.²¹ Zukünftig erwarten 78 % der BIM-Anwender einen Vorteil durch die verbesserte Kollisionsprüfung.

Hinsichtlich der Arbeitsprozesse führt die BIM Methode zurzeit für 65 % der BIM-Anwender zu effizienteren Arbeitsprozessen, zukünftig sehen darin sogar 78 % einen Vorteil. Auch für *Hausknecht/Liebich* besteht in der neuen Gestaltung der Zusammenarbeitsprozesse „die höchste Synergie.“²²

Darüber hinaus verschafft die Anwendung der BIM Methode aktuell einen Wettbewerbsvorteil (61 %). Allerdings ist davon auszugehen, dass sich dieser mit zunehmender BIM Implementierung reduzieren wird (47 %). Die effizientere Kommunikation mit den Planungsbeteiligten wird aktuell von der Hälfte der BIM-Anwender (49 %) als Vorteil angesehen, dagegen schätzen sie die effizientere Kommunikation zukünftig als den größten Vorteil der BIM Methode ein (82 %).²³ Zudem wird die verbesserte Informationsdichte und Informationsweitergabe als ein wesentlicher Vorteil der BIM Methode angesehen.²⁴ Obwohl dies aktuell nur von 39 % der BIM-Anwender bestätigt werden kann, wird der Vorteil zukünftig deutlich höher eingeschätzt (63 %).

In der Literatur wird ferner die verbesserte bzw. integrierte Termin- und Kostenplanung als wesentlicher Erfolgsfaktor der BIM Methode dargestellt.²⁵ Aktuell wird die einfachere Kostenplanung und -kontrolle jedoch nur von 51 % der BIM-Anwender hervorgehoben. Die Terminplanung mit der BIM Methode stellt nur für 14 % der Teilnehmer einen Vorteil dar.

In den Lph. 1–4 ist vor allem der erhöhte Detaillierungsgrad des digitalen Modells als Vorteil der BIM Methode zu nennen (73 %). Großes Verbesserungspotential erkennen die BIM-Anwender bei der Einreichung des digitalen Modells im Zuge des Bauantrages. Aktuell wird dieses Kriterium nur von 8 % der BIM-Anwender als Vorteil erkannt, zukünftig sehen darin bereits 45 % einen Vorteil. Dies kann als Aufforderung an die öffentliche Hand verstanden werden, die Rahmenbedingungen zur Einreichung eines „digitalen Bauantrags“ zu schaffen.

Bezüglich der Lph. 5–7 ist die vereinfachte Mengenermittlung als wesentlicher Vorteil hervorzuheben (80 %). Für die Mengenermittlung müssen jedoch die Dateninhalte und die Datenstrukturen erweitert werden, um den Abrechnungsregeln der VOB/C gerecht zu werden.²⁶

Darüber hinaus werden auch die einfachere Erstellung von Bauteillisten mit 73 % sowie die effizientere Ausführungsplanung mit 67 % herausgestellt. Einen großen Vorteil erwarten die BIM-Anwender zukünftig in der einfacheren Erstellung der Leistungsbeschreibung (80 %). Aktuell sehen dies nur 51 % der BIM-Anwender als Vorteil an. Dabei können vor allem stan-

²⁰ Vgl. Borrmann et al. 2015, S. 436 u. 449; Egger et al. 2013, S. 79 f.

²¹ Vgl. Borrmann et al. 2015, S. 26; Egger et al. 2013, S. 79 f.

²² Hausknecht/Liebich 2016, S. 147.

²³ Ähnlich bereits: Braun/Rieck/Köhler-Hammer 2015, S. 22.

²⁴ Vgl. von Both/Koch/Kindsvater 2013, S. 19 f.; Hausknecht/Liebich 2016, S. 53.

²⁵ Vgl. Hausknecht/Liebich 2016, S. 52 f.

²⁶ Vgl. Bormann et al. 2015, S. 334.

dardisierte Leistungsbeschreibungen, die mit der Bauteilbibliothek verknüpft werden, die Planungsqualität erhöhen.²⁷

Bei der Untersuchung der Lph. 8–9 wird deutlich, dass kein Kriterium bezüglich der aktuellen Vorteilhaftigkeit von mindestens der Hälfte der BIM-Anwender ausgewählt wurde. Die größten Vorteile sehen sie aktuell wie auch zukünftig in der effizienteren Objektdokumentation (aktuell: 39 %; zukünftig: 51 %), dem einfacheren Aufmaß (aktuell: 37 %; zukünftig: 57 %) sowie der effizienteren Rechnungsprüfung (aktuell: 37 %; zukünftig: 55 %).

4.5 Hemmnisse

Um weiteren Handlungsbedarf aufzuzeigen, wurden neben den Vorteilen auch die Hemmnisse der BIM Anwendung abgefragt (vgl. Abb. 11).

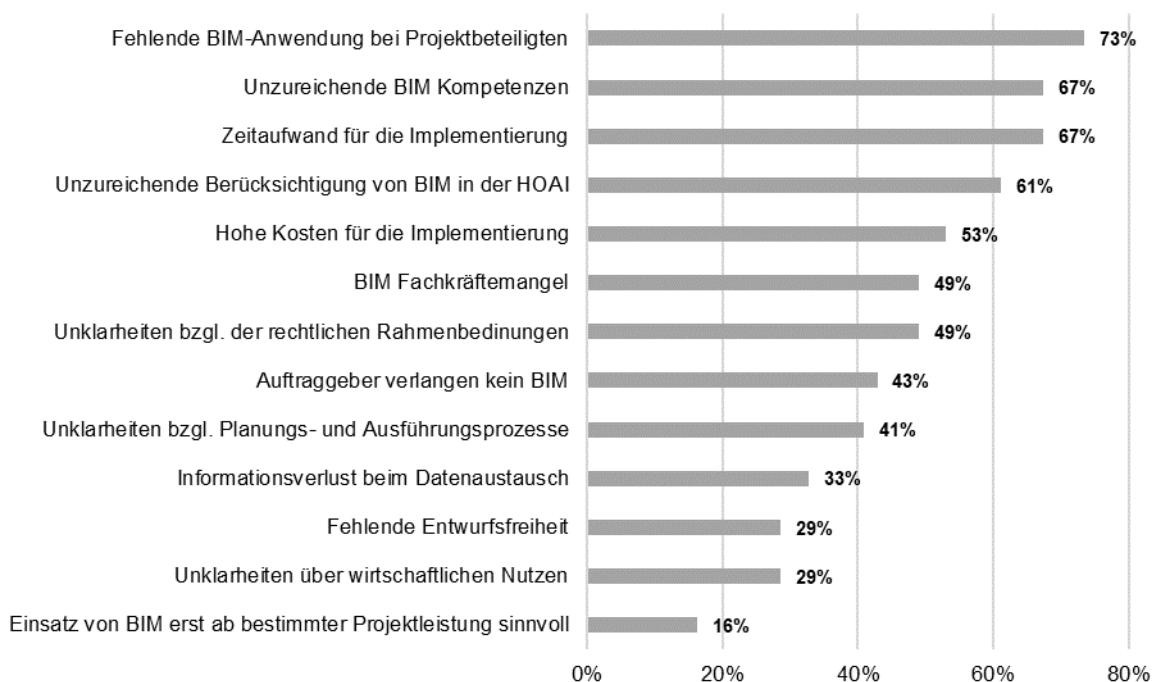


Abbildung 11: Hemmnisse der BIM Anwendung

Dabei wird insbesondere die fehlende BIM Anwendung bei den Projektbeteiligten als Hemmnis genannt (73 %). Dieses Hemmnis sollte sich jedoch bei fortschreitender Verbreitung der BIM Methode reduzieren. Zudem werden die fehlenden bzw. unzureichenden BIM Kompetenzen (67 %) sowie der BIM Fachkräftemangel als Hemmnisse für die BIM Implementierung aufgeführt (49 %).²⁸

Darüber hinaus werden der Zeitaufwand (67 %) sowie die Kosten (53 %) für die Implementierung von BIM als Hemmnisse angesehen. *Liebich et al.* empfehlen daher den schrittweisen Aufbau von BIM Kompetenzen mit realistischen und messbaren Zielen sowie die Auswahl eines geeigneten Projektes zur erstmaligen BIM Anwendung.²⁹

²⁷ Vgl. Borrmann et al. S. 381 f.; Faschinger 2018.

²⁸ Ähnlich bereits: Brokbals/Čadež 2017.

²⁹ Vgl. Liebich/Weise/Muhič 2017, S. 56.

Die unzureichende Berücksichtigung der BIM Methode in der HOAI wurde von 61 % und Unklarheiten bezüglich der rechtlichen Rahmenbedingungen von 49 % der BIM-Anwender als Hemmnisse aufgeführt. Dagegen scheitert nach *Eschenbruch et al.* „die Einführung der BIM Methode an keinen zwingenden Rechtsnormen [...]. Speziell das gesetzliche Preisrecht der HOAI schließt die Umsetzung“³⁰ der BIM Methode nicht aus.³¹ Dennoch besteht offenbar Schulungsbedarf in rechtlichen Fragestellungen für die Anwender der BIM Methode.

Darüber hinaus wurde abgefragt, ob und wann sich die BIM Methode durchgesetzt haben wird. Etwa 85 % der BIM-Anwender gehen davon aus, dass BIM innerhalb der nächsten 10 Jahre die primäre Planungsmethode der Bauwirtschaft wird. Keiner der BIM-Anwender schätzt, dass die BIM Methode sich zukünftig nicht durchsetzen wird.

5 Zusammenfassung

Zunächst wurde in dieser Querschnittsstudie der Status quo der BIM Implementierung in Planungsbüros dargestellt. Von den 134 Teilnehmern der Studie gaben 36,6 % an, BIM-Anwender zu sein.

Bei der detaillierten Betrachtung der BIM-Anwender wurde festgestellt, dass die BIM Methode mit steigender Mitarbeiterzahl häufiger angewendet wird. Zugleich arbeiten nur 21,3 % der BIM-Anwender länger als 4 Jahre mit der BIM Methode. Dies zeigt, dass die BIM Methode noch am Anfang der Implementierung in der deutschen Bauwirtschaft steht.

Die BIM-Anwender bestätigen, dass sich die Planungsdauer durch die BIM Methode in den frühen Leistungsphasen erhöhen wird. Vorteile, die sich aktuell für die BIM-Anwender zeigen sind effizientere Kollisionsprüfungen und Arbeitsprozesse. Zukünftig erwarten die BIM-Anwender zudem eine deutlich effizientere Kommunikation mit den Planungsbeteiligten. Darüber hinaus wurde insbesondere die einfachere Mengenermittlung als Vorteil der BIM Anwendung aufgeführt.

Hinsichtlich der Hemmnisse der BIM Methode wurde vor allem die fehlende BIM Anwendung bei den Projektpartnern sowie die unzureichenden BIM Kompetenzen genannt.

Aufgrund der zum Teil noch geringen Erfahrungen der BIM-Anwender bietet sich eine Wiederholung der Studie in 2 bis 4 Jahren an. Ergänzend könnten die Ergebnisse der BIM-Anwender durch qualitative Studien weiter verdichtet werden.

³⁰ Eschenbruch et al. 2014, S. 129.

³¹ Vgl. Hausknecht/Liebich 2016, S. 192.

Literaturverzeichnis

Andreß (2001)

Andreß, Hans-Jürgen: Glossar zur Datenerhebung und statischen Analyse - Untersuchungseinheit. Online verfügbar unter: <http://eswf.uni-koeln.de/glossar/node8.html>, zuletzt geprüft am: 24.04.2018.

Bayerische Architektenkammer

Bayerische Architektenkammer: Berichte aus der Praxis – Erfahrungsberichte aus Architekturbüros. Online verfügbar unter: <https://www.byak.de/planen-und-bauen/architektur-technik/building-information-modelling-BIM/berichte-aus-der-praxis.html>, zuletzt geprüft am 17.04.2018.

Borrmann et al. (2015)

Borrmann, André; König, Markus; Koch, Christian; Beetz, Jakob (2015): Building Information Modeling – Technologische Grundlagen und industrielle Praxis. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2015.

Braun/Rieck/Köhler-Hammer (2015)

Braun, Steffen; Rieck, Alexander; Köhler-Hammer, Carmen: Ergebnisse der BIM-Studie für Planer und Ausführende. Stuttgart: Fraunhofer IAO, 2015, Online verfügbar unter: https://www.detail.de/fileadmin/uploads/BIM-Studie_CKH__150706.pdf, zuletzt geprüft am 24.04.2018.

Brokbals/Čadež (2017)

Brokbals, Stefanie; Čadež, Ivan: Weiterhin großer Nachholbedarf bezüglich BIM in der Hochschullehre. In: BIM - Building Information Modeling 2017, Ernst & Sohn Verlag, 2017, S. 57–61.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2015)

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: Stufenplan Digitales Planen und Bauen. 2015. Online verfügbar unter: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/stufenplan-digitales-bauen.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 17.04.2018.

Diekmann (2008)

Diekmann, Andreas: Empirische Sozialforschung – Methoden, Grundlagen, Anwendungen. 19. Auflage. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Verlag, 2008.

Egger et al. (2013)

Egger, Martin; Hausknecht, Kerstin; Liebich, Thomas; Przybylo, Jakob (2013): BIM-Leitfaden für Deutschland. Hg. v. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR). Online verfügbar unter: <http://www.hammeskrause.de/xml/download/BIM-Leitfaden-BBR.pdf>, zuletzt geprüft am 10.04.2018.

Eschenbruch et al. (2014)

Eschenbruch, Klaus; Malkwitz, Alexander; Grüner, Johannes; Poloczek, Adam; Karl, Christian: Maßnahmenkatalog zur Nutzung von BIM in der öffentlichen Bauverwaltung unter Berücksichtigung der rechtlichen und ordnungspolitischen Rahmenbedingungen. Hg. v. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR). Online verfügbar unter: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/BIM-massnahmenkatalog.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 10.04.2018.

Ettinger-Brinckmann (2016)

Ettinger-Brinckmann, Barbara (2016): BIM: Architekten an zentraler Stelle. In: Deutsches Architektenblatt. Online verfügbar unter: <http://dabonline.de/2016/02/01/BIM-architekten-an-zentraler-stelle-standpunktsynchronisierung/>, zuletzt geprüft am 24.04.2018.

Faschinger (2018)

Faschinger, Gerald: BIM nutzt STLB-Bau und GAEB Datenaustausch. Vortrag, 4. STLB-Bau Anwendertreffen am 01.02.2018 im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung Bonn. Online verfügbar unter: http://www.stlb-bau-anwendertreffen.dbd.de/event_documents/4_topvm3_detaildoc.pdf, zuletzt geprüft am 10.04.2018.

Hausknecht/Liebich (2016)

Hausknecht, Kerstin; Liebich, Thomas: BIM-Kompendium. Building Information Modeling als neue Planungsmethode. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2016.

Liebich/Schweer/Wernik (2011)

Liebich, Thomas; Schweer, Carl-Stephan; Wernik, Siegfried: Die Auswirkungen von Building Information Modeling (BIM) auf die Leistungsbilder und Vergütungsstruktur für Architekten und Ingenieure sowie auf die Vertragsgestaltung. Hg. v. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR). Online verfügbar unter: http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/BIM-auswirkungen-schlussbericht.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 05.04.2018.

Liebich/Weise/Muhič (2017)

Liebich, Thomas; Weise, Matthias; Muhič, Serhej: Building Information Modeling (BIM) – Die BIM Methode, was Planer wissen sollten. Vortrag, Wienerberger Mauerwerkstage 2017. Online verfügbar unter: <https://wienerberger.de/VorträgeMWT2017>, zuletzt geprüft am 10.04.2018.

MacLeamy (2004)

MacLeamy, Patrick: Collaboration, Integrated Information, and the Project Lifecycle in Building Design and Construction and Operation. Construction User Roundtable WP - 1202.

Pilling (2015)

Pilling, André: BIM in der Ausbildung – Ungewohnte Nähe zum Fachingenieur. In: BIM - Building Information Modeling 2015. Ernst & Sohn Verlag, 2015, S. 36–38.

Thielsch/Weltzin (2009)

Thielsch, Meinold T.; Weltzin, Simone: Online-Befragung in der Praxis. In: T. Brandenburg & M. T. Thielsch (Hrsg.), Praxis der Wirtschaftspsychologie: Themen und Fallbeispiele für Studium und Praxis, S. 69–85. Münster: MV Wissenschaft. Online verfügbar unter: http://www.thielsch.org/download/thielsch_2009_onlinebefragungen.pdf, zuletzt geprüft am: 24.04.2018.

von Both/Koch/Kindsvater (2013)

von Both, Petra; Koch, Volker; Kindsvater, Andreas: BIM – Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2013.

Vertrags- und Vergütungsmodelle im maschinellen Tunnelbau

T. Bisenberger

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141044-0>

Dipl.-Ing., Tobias Bisenberger

Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement, Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik

TU Wien

tobias.bisenberger@tuwien.ac.at

Inhalt

1	Tunnelbau in Österreich – der maschinelle Tunnelbau im Vormarsch.....	66
2	Vertrags- und Vergütungsmodelle im nationalen und internationalen Kontext im maschinellen Tunnelbau	66
2.1	ÖNORM B 2203-2	66
2.1.1	Erste Ordnungsgruppe.....	67
2.1.2	Zweite Ordnungsgruppe	68
2.1.3	Überarbeitung der ÖNORM B 2203-2	70
2.2	NEC im Tunnelbau	70
3	Entwicklung eines innovativen Vertrags- und Vergütungsmodells im maschinellen Tunnelbau	71
4	Zusammenfassung	73

1 Tunnelbau in Österreich – der maschinelle Tunnelbau im Vormarsch

Der Tunnelbau in Österreich findet aufgrund der gegebenen topographischen Lage, welche geprägt ist durch die Alpen, vorwiegend im gebirgigen Raum statt. Große Tunnelquerschnitte wurden in Österreich bis etwa zur Jahrtausendwende fast ausschließlich nach den Prinzipien der NÖT (Neue Österreichische Tunnelbaumethode) aufgeföhren. Kleinere Querschnitte (wie beispielsweise bei Stollen für Wasserkraftsanlagen) werden seit den 1970er Jahren überwiegend mit Tunnelvortriebsmaschinen hergestellt.¹ Im Zuge des Neubaus der Westbahn zwischen Wien und St.Pölten zu Beginn des 21. Jahrhunderts hat der maschinelle Tunnelbau mit größeren Durchmessern (über 8 m) in Österreich Einzug gehalten. Zum Beispiel wurde die Tunnelkette Perschling und große Teile des Wienerwaldtunnels mittels einer Tunnelvortriebsmaschine (TVM) aufgeföhren. Weitere Tunnelbaugroßprojekte in Österreich bei denen TVM zum Einsatz kommen, befinden sich gerade in der Ausführungsphase wie zum Beispiel der Koralmtunnel (Ausbau der Südbahnstrecke Graz – Klagenfurt) oder der Brennerbasistunnel (Ausbau der baltisch-adriatischen Route). Summa summarum ist in Österreich die Technologie des maschinellen Tunnelbaus angekommen und befindet sich auf dem Vormarsch.

2 Vertrags- und Vergütungsmodelle im nationalen und internationalen Kontext im maschinellen Tunnelbau

Eine faire Vergütung der erbrachten Leistungen im Tunnelbau und ein dahinterliegender Vertrag, welcher möglichst alle auftretenden Eventualitäten im Baubetrieb abdeckt, sind die Maxime mit denen Bauverträge im Allgemeinen zu erstellen sind. Dazu kommt die überall gepriesene partnerschaftliche Projektabwicklung während der Ausführungsphase des Tunnelbauprojekts. Diesen beschriebenen Herausforderungen stellen sich die verschiedenen Fachexpertinnen und -experten in Normenausschüssen und versuchen die teilweise unterschiedlichen Bedürfnisse von Seiten der Auftraggeber und Auftragnehmer zu berücksichtigen. Dies wird in Form von Normen (wie z.B. in Österreich mit der ÖNORM B 2203-2 Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm: kontinuierlicher Vortrieb) oder Vertragskonglomeraten wie z.B. NEC (New Engineering Contract) oder FIDIC² umgesetzt. Nachfolgend wird auf die in Österreich zur Anwendung kommende ÖNORM B 2203-2 eingegangen und es werden die Grundcharakteristika und einige Tunnelbauspezifika des NEC-Vertragsmodells erläutert.

2.1 ÖNORM B 2203-2

Die ÖNORM B 2203-2 ist eine Werkvertragsnorm, welche sowohl Verfahrens- als auch Vertragsbestimmungen für die Ausführung von Untertagebauarbeiten mit maschinellem (kontinuierlichem) Vortrieb behandelt. Sie gilt allerdings ausschließlich für Hohlräume, die so groß sind, dass sie während des Zeitraumes des Ausbruchs und Ausbaus begangen oder

¹ Vgl. Schneider, E. / Leitner, W. / Wais, A. (2004): „Der österreichische Tunnelbauvertrag“, S.19

² Fédération Internationale des Ingénieurs Conseils

befahren werden können. Die aktuell gültige Fassung dieser Norm wurde am 01.01.2005 herausgegeben und befindet sich derzeit in Überarbeitung.

Im Folgenden wird speziell auf die Vergütung der Leistungen in dieser Norm eingegangen. Die Vergütung der Leistungen ist laut ÖNORM B 2203-2 und ÖNORM B 2110:2013³ grundsätzlich anhand des ausgepreisten Leistungsverzeichnisses, in welchem die einzelnen Vortriebsklassen einfließen, vorzunehmen. Dieses hat der Auftragnehmer dem Angebot beizulegen und wird im Vertrag als verbindlich vereinbart. Dabei soll das Leistungsverzeichnis unter anderem einzelne Positionen für

- Baustellengemeinkosten (einmalige Kosten des Vortriebssystems, zeitgebundene Kosten und Gerätekosten der Baustelle)
- Leistungsbezogene Kosten
- Erschwernisse
- Regieleistungen
- Stützmaßnahmen
- Zusatzmaßnahmen
- Abdichtungen
- Innenschalenarbeiten

enthalten.

Unter Verwendung der erlangten Erkenntnisse aus der Gebirgscharakterisierung laut ÖGG-Richtlinie⁴ für die geotechnische Planung von Untertagebauarbeiten mit kontinuierlichem Vortrieb, wird laut ÖNORM B 2203-2 der Vortrieb in Vortriebsabschnitte (erste Ordnungsgruppe) und weiter in Vortriebsklassen unterteilt. Die Besonderheit dieses Normenwerks besteht in der Flexibilität ihrer Anwendung, wenn eine andere Vortriebsklasse angetroffen wird, fällt nicht der ganze Bauvertrag in sich zusammen sondern es kann eine gesonderte Vergütung für diese Klasse erfolgen. Dabei ist die grundsätzliche Trennung anhand der TVM, in Tunnelbohrmaschinen (TBM) für Festgestein und Schildmaschinen (SM) für vorwiegend Lockergestein, zu beachten. Zusätzlich wird beim maschinellen Vortrieb nach Maschinen mit oder ohne Schutz eines Schildes unterschieden. Nachfolgend werden die erste und die zweite Ordnungsgruppe – nach Maschinentyp getrennt – genauer beschrieben.

2.1.1 Erste Ordnungsgruppe

Die erste Unterteilung, erste Ordnungsgruppe genannt, erfolgt aufgrund des Löseverhaltens, ist somit vom ermittelten Gerbirgsverhalten und in weiterer Folge auch von baubetrieblichen Belangen abhängig. Dabei spielen unter anderem die Gesteinsart, der Zerlegungsgrad und die mineralischen Bestandteile des Gesteins, sowie die Penetration und die Abrasivität eine wesentliche Rolle. Bei der Unterteilung ist es sinnvoll eine maximale Detaillierung, im Sinne einer Mindestlänge, die einem Vielfachen der in diesem Bereich erzielbaren Tagesvortriebsleistung entspricht, einzuhalten. Bei der Einteilung der Vortriebsabschnitte sind kurze Bereiche, die diese vorgegebene Mindestlänge nicht erreichen, jenem Bereich zuzu-

³ ÖNORM B 2110:2013: Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen

⁴ Österreichische Gesellschaft für Geomechanik

ordnen, mit dem eine höhere geologische Übereinstimmung erzielt wird und sind nicht gesondert auszuweisen.

2.1.2 Zweite Ordnungsgruppe

Die zweite Ordnungsgruppe wird schließlich unter der Zuhilfenahme der Stützmittelzahl und in Abhängigkeit der leistungsbestimmenden Merkmale beeinflusst. Die Einteilung der zweiten Ordnungsgruppe erfolgt für die verschiedenen Tunnelvortriebsmaschinen unterschiedlich, daher ist in weiterer Folge eine getrennte Betrachtung für TBM-Offen/TBM-Aufweitung, TBM-Schild/TBM-Doppelschild sowie SM notwendig. Durch die Darstellung der beiden Ordnungsgruppen in einer Matrix ergibt sich für das jeweilige Tunnelbauprojekt eine eigene Vortriebsklassenmatrix, wie sie beispielsweise in Abbildung 1 dargestellt ist.

ERSTE ORDNUNGSGRUPPE	VORTRIEBSABSCHNITTE (VA) gemäß 4.3.2.2	VA	ZWEITE ORDNUNGSGRUPPE											
			Stützmittelzahl gemäß 4.3.2.3											
			Maximaler Geltungsbereich											
			1	2	3	5	7	9	13	17	21	27	33	39
			$\pm 0,5$			$\pm 1,0$			$\pm 2,0$			$\pm 3,0$		
		1	1 / 0,5	1 / 1,5	1 / 2,5	1 / 4	1 / 6	1 / 8	1 / 11	1 / 15	1 / 19	1 / 24	1 / 30	1 / 36
		2		2 / 1,5	2 / 2,5	2 / 4	2 / 6	2 / 8	2 / 11					
		3	3 / 0,5	3 / 1,5	3 / 2,5	3 / 4								
		n-1												
		n												

Abbildung 1: Beispiel einer Vortriebsklassenmatrix für TBM-O und TBM-A⁵

Zweite Ordnungsgruppe für TBM-O/TBM-A

Bei dieser Art der Vortriebsmaschine erfolgt die Ermittlung der zweiten Ordnungsgruppe unter Zuhilfenahme der Stützmittelzahl. Dabei müssen die geplanten Stützmaßnahmen für jede Vortriebsklasse einzeln angegeben und dargestellt werden. Für die Berechnung der Stützmittelzahl müssen Art, Umfang und Ort des Einbaus der Regelstützmittel pro Laufmeter Tunnel bekannt sein. Diese werden gemäß Tabelle 2 der ÖNORM B 2203-2 – siehe Abbildung 2 – bewertet und auf die Bewertungsfläche bezogen, welche auf Basis des nominalen Bohrlochdurchmessers vertraglich vereinbart und durch das Überbohrmaß nicht verändert wird. Diese Bewertungsfaktoren sind für jene Stützmittel gültig, welche in den Ausschreibungsunterlagen angegeben sind. Die Grenzen des Gültigkeitsbereiches einer Vortriebsklasse müssen ebenfalls in der Vortriebsklassenmatrix ersichtlich sein.

⁵ ÖNORM B 2203-2, 2005, S.14, Tabelle 1

Stützmittel		Bewertungsfaktoren nach Arbeitsbereichen		Menge- einheit	Bemerkung
		Arbeits- bereich A1	Arbeits- bereich A2		
Anker	Gefalteter Rohrreibungsanker	3,0	1,6	m	
	SN-Mörtelanker	4,0	2,5	m	
	Selbstbohranker	6,0	3,5	m	
	Verpressanker	6,0	4,0	m	
	Vorgespannte Mörtelanker	10,0	5,0	m	
Verpressungen über 10 kg je m Anker		0,3	0,2	kg	
Bastahl- gitter	bergseitig ohne Bogen	4,0	2,5	m ²	
	bergseitig mit Bogen	3,0	2,0	m ²	
	hohlraumseitig	3,0	2,0	m ²	
Bogenteile kürzer als halber Umfang		2,5	2,5	m	
Bogenteile länger als halber Umfang		5,0	—	m	
Bogen geschlossen		4,0	—	m	
Liner plates		10,0	—	m ²	
Spritzbeton	Laibung	70,0	20,0	m ³	theoretische Massen nach Nennstärke und Abrechnungs- linie
	Auffüllen von Zwickeln und Mehrausbrüchen	50,0	14,0	m ³	
Dielen	Verzugsdielen	15,0		m ²	eingebaute Dielen
	Getriebedielen	20,0		m ²	eingebaute Dielen

Abbildung 2: Bewertungsfaktoren für Regelstützmittel für TBM-O und TBM-A⁶

Zweite Ordnungsgruppe für TBM-S/TBM-DS

Beim Einsatz von Tunnelbohrmaschinen mit stützendem Schild, wird die zweite Ordnungsgruppe anhand von leistungsbestimmenden Merkmalen des Vortriebssystems gegliedert. Dabei kann beispielsweise die Verspannbarkeit, die Art der Abstützung, die Ausbauart oder die Ortsbruststützung als signifikant maßgebender Parameter gewählt werden. Dadurch ist es möglich zusätzlich leistungsmindernde bzw. -bestimmende Einflüsse, die nicht durch das Löseverhalten beschrieben werden, in die Vortriebsklassenmatrix mit einzubeziehen. Sollte dies nicht notwendig sein, so kann die Gliederung nach der zweiten Ordnungsgruppe gänzlich entfallen und die Einteilung erfolgt ausschließlich nach der ersten Ordnungszahl.

Zweite Ordnungsgruppe für SM

Bei Schildmaschinen, welche vornehmlich im Lockergestein zur Anwendung kommen, wird die Unterteilung innerhalb der zweiten Ordnungsgruppe anhand von leistungsbestimmenden Merkmalen vorgenommen. Dabei wird in vielen Fällen die Gliederung nach den geplanten Vortriebsverfahren bevorzugt. Analog zu den TBM-S/TBM-DS kann im Lockergestein die Festlegung der zweiten Ordnungsgruppe entfallen, wenn keine weiteren leistungsbestimmenden Merkmale erforderlich sind. Die Einteilung der Vortriebsklassen erfolgt bei diesen Fällen wiederum nach der ersten Ordnungszahl.

⁶ ÖNORM B 2203-2, 2005, S.15, Tabelle 2

2.1.3 Überarbeitung der ÖNORM B 2203-2

Aufgrund der in den letzten Jahren gewonnenen Erkenntnisse bei diversen Infrastrukturprojekten wie dem Wienerwaldtunnel oder dem sich gerade in der Ausführung befindlichen Koralmtunnel, wurde eine Überarbeitung der ÖNORM B 2203-2 angestrebt. Es erfolgt eine grundsätzliche Neukonzeption dieser Werkvertragsnorm, wobei beispielsweise neue Stützmittelbewertungsfaktoren für offene TBM abhängig von der Maschinengröße geschaffen werden. Prof. Eckart Schneider – ehemaliger Vorstand des Instituts für Baubetrieb, Bauwirtschaft und Baumanagement an der Universität Innsbruck – berichtet über die Normenüberarbeitung in einem Interview mit Dr. Markus Spiegl in der BauAktuell Ausgabe vom September 2017 folgendes: *„Leider wurden die Gestaltungsmöglichkeiten, die dieses System (Anm.: derzeit gültige ÖNORM B 2203-2) bietet, nur in wenigen Ausschreibungen im Sinne der Normersteller genutzt. Sehr häufig wurde eine möglichst grobe Einteilung der Vortriebsklassen gewählt und – gerade bei Großprojekten – eine asymmetrische Risikoverteilung zuungunsten der Auftragnehmer durchgesetzt. Das ist meines Erachtens die Ursache dafür, dass die Tunnelbauunternehmen die schon in der „alten“ Version (der Norm) vorgesehene Möglichkeit favorisieren, nach gemessener Penetration zu klassifizieren und abzurechnen. Die Fokussierung auf den Teilaspekt macht aber nur Sinn in kompaktem Gebirge mit hoher Festigkeit. In Festgestein mit geringer und mittlerer Festigkeit sind andere Faktoren, vor allem das Gebirgsverhalten, entscheidend für die Vortriebsgeschwindigkeit.“*⁷

2.2 NEC im Tunnelbau

Grundsätzlich sind NEC-Verträge im Baukontext vorformulierte und standardisierte Vertragstexte. Diese „Allgemeinen Geschäftsbedingungen“ müssen zwischen den einzelnen Vertragsparteien ausdrücklich vereinbart werden, damit diese Gültigkeit erlangen. Außerdem ist der NEC in der nationalen Rechtsordnung zu verankern, mit anderen Worten es muss für diesen Vertragstyp ein anwendbares Recht definiert sein, auf welches bei einem etwaigen nicht vertraglich lösbaren Konfliktfall zurückgegriffen werden kann. Der modulare Aufbau der NEC-Verträge gilt in doppelter Hinsicht. Zum einen sind verschiedene Verträge miteinander kombinierbar, womit die vertraglich vereinbarte spezifische Leistung abgegrenzt werden kann. Zum anderen ist der Hauptbestandteil des NEC der Engineering and Construction Contract (ECC) ebenfalls modular aufgebaut. Hierbei gibt es Kernklauseln (Core Clauses), die immer Gültigkeit besitzen. Projektspezifisch kommen bestimmte Vergütungs- (Main Options), Streitschlichtungs- (Dispute Resolution Options) und Sonstige Optionen (Secondary Options) dazu, wobei bei den Vergütungs- und Streitschlichtungsoptionen Wahlzwang besteht.⁸

Aus der Sicht des Tunnelbaus ergibt sich mit dem NEC-Vertragsmodell somit eine breit gefächerte Vertragsstruktur von Pauschalpreis- bis Regiepreisverträgen. Besonders zu erwähnen in diesem Vertragskonglomerat ist das Target Price Modell (fixer Preis) mit Gain

⁷ Schneider E. / Spiegl M. (2017): „Wo steht Österreich im Tunnelbau international?“, S.177

⁸ Vgl. Institut für Baubetrieb der UniBwM, <http://auslandsbau.info/forum-auslandsbau/vertragsmanagement-im-internationalen-kontext/nec-bauvertraege.html> [Zitat vom 25.04.2018]

und Pain Share, wobei sich Auftragnehmer (AN) und Auftraggeber (AG) die sich daraus ergebenden Gewinne bzw. Verluste mit einem vordefinierten Schlüssel aufteilen. Außerdem kommt eine Open-Book Abrechnung zur Anwendung, womit der AN seine Bücher im Unterschied zur österreichischen Praxis offenlegt. Abschließend sind noch die nicht zulässigen Kosten (Disallowed Costs) zu erwähnen. Bei diesen nicht zulässigen Kosten ist beispielsweise eine einmalige Reparatur als vergütungsfähig (Sphäre AG) anzusehen, wobei ab der zweiten Reparatur diese Kosten in die Sphäre des AN fallen.

3 Entwicklung eines innovativen Vertrags- und Vergütungsmodells im maschinellen Tunnelbau

Der maschinelle Tunnelbau mit größeren Durchmessern (über 8 m) hat in Österreich mit Beginn des 21. Jahrhunderts bei großen ÖBB Infrastrukturprojekten wie dem Ausbau der Westbahn zwischen Wien und St. Pölten bei der Tunnelkette Perschling oder dem Wienerwaldtunnel Einzug gehalten. Dabei wurden erste Erfahrungen mit dem Betrieb und der Vergütung von Tunnelbohrmaschinen mit diesen Bohrkopfdurchmessern generiert. Diese Erkenntnisse sind bei den momentan laufenden Projekten Koralmtunnel und Brennerbasistunnel bereits in der Planungsphase mitberücksichtigt worden, wobei sich im Baubetrieb wieder neue zu erforschende Themenfelder aufgetan haben. Aufgrund der gewonnenen Erfahrungen bei diesen genannten nationalen Großprojekten ist der Gedanke nach einem innovativen, transparenten und objektiven Vertrags- und Vergütungsmodell sowohl auf Auftraggeber- als auch auf Auftragnehmerseite gereift.

Im Zuge einer Forschungs Kooperation zwischen dem Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik am Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement der TU Wien und der STRABAG AG (Unternehmensbereich Tunnelbau) hat sich herauskristallisiert, dass aufgrund der gewonnenen Erfahrungen die Zeit reif für ein innovatives Vertrags- und Vergütungsmodell für den maschinellen Tunnelvortrieb ist. Der Grundgedanke, der hinter dem Modell steckt, ist, dass die im maschinellen Tunnelbau schwer zu quantifizierenden Risiken auf Basis dieses innovativen Vertrags- und Vergütungsmodells bei der Abrechnung während der Ausführungsphase fair und objektiv zwischen Auftraggeber (AG) und Auftragnehmer (AN) zugeordnet werden. Anhand von objektivierten, digitalen Maschinen- und Prozessdaten sollen die erbrachten Leistungen mit diesem neuen Vertrags- und Vergütungsmodell abgerechnet werden. Für beide vertraglich gebundenen Parteien entsteht ein Mehrwert an Transparenz in der Dokumentation. Die Folge daraus ist eine konfliktfreiere und partnerschaftliche Projektabwicklung des Tunnelprojekts, weil beim Abrechnungsprozess auf transparente digitale Maschinen- und Prozessdaten zurückgegriffen wird.

Die Forschungsmethodik zur Entwicklung dieses innovativen Vertrags- und Vergütungsmodells ist in drei Schritte gegliedert. Im ersten Schritt wird eine vergleichende Analyse der Vertrags- und Vergütungsmodelle im maschinellen Tunnelbau weltweit (DACH-Raum (Deutschland, Österreich, Schweiz), angloamerikanischer Raum und Skandinavien) durchgeführt, um einen fundierten Einblick in die derzeit bei der Projektabwicklung eingesetzten Vertrags- und Vergütungsmodelle zu erhalten. Durch die Forschungs Kooperation haben sich Experteninterviews als sinnvolle Methode zur Herausarbeitung von Unterschieden und länderspezifischen Besonderheiten der angewendeten Vertrags- und Vergütungsmodelle her-

auskristallisiert. Es ist ein zweigeteilter Fragebogen für die Experteninterviews erstellt worden, wobei der erste Teil allgemein auf Vertrags- und Vergütungsmodelle und der zweite Teil auf die jeweiligen Projektspezifika eingeht. Der zweite Teil des Fragebogens behandelt neben den Fragen zum Vertrags- und Vergütungsmodell die Themenkomplexe des digitalen Datenmanagements (Übergang zu Schritt zwei) und des Projektumfelds (etwaige länderspezifische Besonderheiten). Die ausgewählten Expertinnen und Experten sind sowohl Auftraggeber- als auch Auftragnehmervertreter, um eine gesamtheitliche Betrachtung der Interessen und Sichtweisen zu gewährleisten. Bei dieser Analyse wird die Risikoverteilung und Sphärenzuordnung der einzelnen Vergütungs- bzw. Vertragsmodelle genauer unter die Lupe genommen.

Die digitale Erfassung der Dokumentation von Leistungen im maschinellen Tunnelvortrieb stellt den zweiten Schritt dar. Welche Daten werden auf der Tunnelbaustelle wo, von wem und wie (analog oder digital) aufgezeichnet. Hierfür wird eine grundlegende Literaturrecherche und ein Experteninterview mit einem Maschinentechniker geführt, welches Aufschluss über diese Fragestellungen geben soll.

Ein weiteres Ziel dieses zweiten Schrittes ist es ein Prozessablaufdiagramm in Bezug auf die von der TVM generierten Vortriebs- und Prozessdaten und deren Weiterverarbeitung für den Abrechnungsprozess zu entwickeln. Dieses Ablaufdiagramm wird anhand eines konkreten Tunnelbauprojekts generiert und bei zwei weiteren Tunnelbauvorhaben findet eine „Eichung“ des entworfenen Prozessdiagrammes statt, ob etwaige projektspezifische Besonderheiten herausgefiltert werden müssen.

In Abbildung 3 sind die drei Schritte zu einem innovativen Vertrags- und Vergütungsmodell im maschinellen Tunnelbau dargestellt. Im linken Bild ist Schritt 1 (Bestandserhebung) mit einem Symbolbild für eine Interviewsituation dargestellt. Schritt 2 ist im mittleren Bild dieser Abbildung 3 zu sehen, wobei dieses Diagramm für die digitale Dokumentation der Daten im maschinellen Tunnelbau steht. Die rechte Grafik in Abbildung 3 symbolisiert das zu entwickelnde innovative Vertrags- und Vergütungsmodell, wobei es sich bei diesem Diagramm um einen Screenshot aus dem IRIS (Software zur Aufzeichnung von Prozessen im Tunnelbau) handelt.

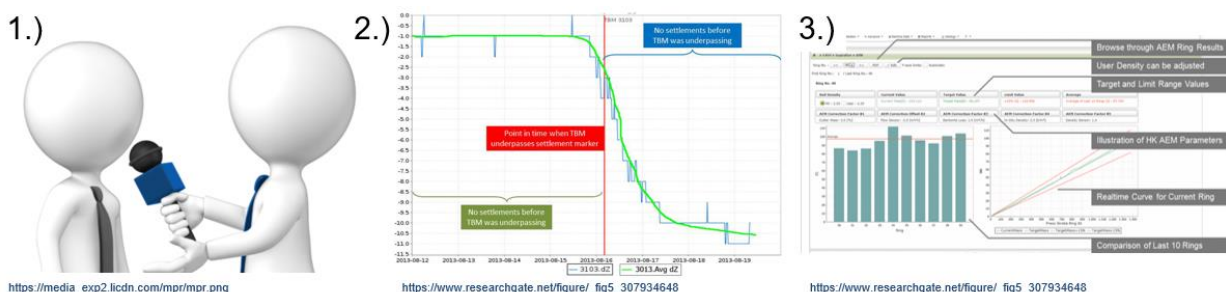


Abbildung 3: 3 Schritte zum innovativen Vertrags- und Vergütungsmodell

Aufgrund dieser Grundlagenermittlung (Schritt eins und zwei) soll in einem dritten Schritt ein innovatives Vertrags- und Vergütungsmodell entstehen, welches eine möglichst automatisierte Abrechnung der digital erfassten Maschinen- und Prozessdaten zulässt. Bei Abweichungen zum vereinbarten Bauzeitplan bzw. Bauleistung soll es durch dieses innovative Vertrags- und Vergütungsmodell ein geringeres Konfliktpotenzial zwischen AG und AN ge-

ben. In diesem Modell wird eine schematische Sphärenzuordnung der möglicherweise auftretenden Störungen bzw. Behinderungen im Bauablauf getroffen. Die Zuordnung soll eine klare Auskunft darüber geben welchem Vertragspartner (AG oder AN) und in welchem Ausmaß die aufgetretene Bauzeitverlängerung bzw. Leistungsabweichung zuzuordnen ist.

4 Zusammenfassung

Der Tunnelbau birgt mit seinen vielen nicht eindeutig zu quantifizierenden Risiken immer ein großes Wagnis, sowohl für den Bauherrn als auch für die ausführenden Baufirmen. Deshalb sind in der Vergangenheit sehr detaillierte Normen- und Vertragswerke geschaffen worden, um diese Risiken bauvertraglich zu regeln. Als ein normatives Beispiel ist die im Beitrag beschriebene ÖNORM B 2203-2 zu nennen, weitere Vertragswerke, welche im internationalen Tunnelbau häufig Anwendung finden, stellen die ebenfalls im Beitrag erläuterten NEC-Verträge und die verschiedenen FIDIC-Books dar.

Aus den Erfahrungen der Praxis hat sich gezeigt, dass trotz der Vielfalt der erwähnten Normen und Vertragswerke Potential für ein innovatives Vertrags- und Vergütungsmodell im maschinellen Tunnelbau besteht. Das Kernziel dieses Modells ist, dass eine automatisierte Abrechnung des Tunnelvortriebs anhand von digitalen Vortriebs- und Prozessdaten ermöglicht wird. Somit soll der Aufwand für die Abrechnung reduziert, eine faire Risiko- und Sphärenzuordnung garantiert und eine partnerschaftliche Abwicklung des Projekts mit einer objektiven und transparenten Vergütung gewährleistet werden.

Literaturverzeichnis**Schneider/Leitner/Wais (2017)**

Schneider, E., Leitner, W., Wais, A.: Aktuelle Fragen der Vertragsgestaltung im Tief- und Tunnelbau: Beiträge aus Theorie und Praxis; Der Österreichische Tunnelbauvertrag. Innsbruck: i3b, Institut für Baubetrieb, Bauwirtschaft und Baumanagement, Leopold Franzens Universität Innsbruck, 2004, S. 19-33

Schneider/Spiegl (2017)

Schneider, E.; Leitner, M.: Bauaktuell, Ausgabe September 2017; Wo steht Österreich im Tunnelbau aktuell. Hrsg. Goger G. et al. Linde Verlag, 2017, S. 176-178

Institut für Baubetrieb der UniBwM (www.auslandsbau.info)

Institut für Baubetrieb der UniBwM. Schwarz J: <http://auslandsbau.info/forum-auslandbau/vertragsmanagement-im-internationalen-kontext/nec-bauvertraege.html>
[Zitat vom 25.04.2018]

ÖNORM B 2203-2 (2005)

Austrian Standards, Wien. ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm, Teil 2: Kontinuierlicher Vortrieb, Ausgabe: 01.01.2005

ÖNORM B 2110 (2013)

Austrian Standards, Wien. ÖNORM B 2110: Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen – Werkvertragsnorm, Ausgabe: 15.03.2013

Mehrparteienvereinbarungen auf Basis der Theorie relationaler Verträge – Ein Beitrag zur Lösung von Problemen konventioneller Projektabwicklungsformen bei komplexen Bauvorhaben?

M. Budau | N. Schmitz | S. Haghsheno

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141047-0>

M. Sc., Maximilian Budau

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Institut für Technologie und Management im Baubetrieb

maximilian.budau@kit.edu

B. Sc., Nicolai Schmitz

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Institut für Technologie und Management im Baubetrieb

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Kfm. Shervin Haghsheno

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Institut für Technologie und Management im Baubetrieb

Inhalt

1	Einleitung	76
1.1	Ausgangssituation	76
1.2	Zielsetzung	76
2	Grundlagen	77
2.1	Partnerschaftliche Projektabwicklungsformen	77
2.2	Theorie transaktionaler und relationaler Verträge	78
2.3	Mehrparteienvereinbarungen auf Basis der Theorie relationaler Verträge (MPV)	79
3	Probleme bilateraler transaktionaler Verträge im Rahmen konventioneller Projektabwicklung	79
4	Potentiale von MPV auf Basis relationaler Verträge zur Lösung von Problemen konventioneller Projektabwicklungsformen	81
5	Zusammenfassung und Fazit	82

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

„Partnerschaftliche Zusammenarbeit führt in der Regel zu besseren und schnelleren Entscheidungen, zu einem wirtschaftlicheren Ressourceneinsatz und einem lösungsorientierteren Vorgehen.“¹ Aussagen wie diese werden häufig als Begründung für den Einsatz partnerschaftlicher Projektabwicklungsformen (PPA) bei komplexen Bauvorhaben herangezogen. Positive Erfahrungen mit PPA werden dabei negativen Erfahrungen mit konventionellen Projektabwicklungsformen gegenübergestellt und daraus der Schluss gefolgert, dass die betrachteten Probleme mit PPA gelöst werden. Einer vertiefenden Analyse der Eigenschaften von PPA wird dabei häufig zu wenig Raum gegeben. Es sollte jedoch im Einzelnen geprüft werden, inwieweit einzelne Charakteristika von PPA einzeln oder in ihrer Gesamtheit im Hinblick auf die Reduktion von Problemen der konventionellen Projektabwicklung ausschlaggebend sind.

1.2 Zielsetzung

Für die Untersuchung von Thesen und Fragestellungen im baubetrieblichen Kontext müssen i. d. R. Daten erhoben werden, um darauf basierend, Schlussfolgerungen ableiten zu können. Das Ergebnis können dann Aussagen, wie die in Kapitel 1.1 zitierte Aussage sein. Die Nachweisführung erfolgt jedoch üblicherweise nicht in Form von mathematischen Beweisen. Vielmehr werden Aussagen häufig aus einer Kombination aus theoretischen Überlegungen und empirischen Erhebungen abgeleitet.

Das Ziel des vorliegenden Beitrags ist es, einen Teilaspekt der These, dass PPA Probleme der konventionellen Projektabwicklung bei komplexen Bauvorhaben lösen, näher zu untersuchen. Dazu wird im ersten Schritt beispielhaft ein Charakteristikum der konventionellen Projektabwicklung ausgewählt und die damit einhergehenden Probleme beschrieben. Hierbei handelt es sich um die Struktur der bilateralen, transaktionalen Verträge. Im nächsten Schritt wird diskutiert, wie alternative Ansätze der Ursache des Problems entgegenwirken können. Als Alternative werden „Mehrparteienvereinbarungen auf Basis der Theorie relationaler Verträge“ (MPV) betrachtet. Im letzten Schritt wird der Schluss von den MPV zur PPA gezogen, indem die Vorzüge der MPV zur Umsetzung des Partnerschaftsgedankens aufgezeigt werden.

Im vorliegenden Beitrag wird unter „konventioneller Projektabwicklung“ im Folgenden eine Projektabwicklung verstanden, die im Wesentlichen auf der sukzessiven Einbindung der Projektbeteiligten im Projektverlauf auf Basis von Einheitspreis- und Pauschalverträgen basiert². Unter PPA hingegen werden im Folgenden Modelle wie „Integrated Project Delivery“ (IPD), „Project Alliancing“ oder „Project Partnering“ verstanden, bei denen die für den Pro-

¹ Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2015, S. 54.

² Vgl. Eitelhuber 2007, S. 14.

jekterfolg maßgeblichen Projektbeteiligten zu einem frühen Zeitpunkt in das Projekt eingebunden werden und hierbei MPV zur Anwendung kommen³.

2 Grundlagen

2.1 Partnerschaftliche Projektabwicklungsformen

Wie in Kapitel 1.2 erläutert, werden im Rahmen dieses Beitrags unter PPA die Modelle IPD, „Project Alliancing“ und „Project Partnering“ betrachtet.

„Project Partnering“ wurde erstmals im Jahre 1988 im Zuge eines Projektes der „US Army Corps of Engineers“ angewendet. Im Vereinigten Königreich (UK) wurden auf Basis positiver Erfahrungen, die damit gemacht wurden und weiterer Untersuchungen über Missstände in der Bauwirtschaft hierauf ausgerichtete Vertragswerke, wie z. B. die „Project Partnering Contracts“ (PPC), entwickelt.⁴

Den Ausgangspunkt von „Project Alliancing“ stellt ein Bauprojekt der Erdölbranche im Jahre 1992 dar. Der Bauherr, British Petroleum, beabsichtigte bei dem Bau einer Erdölplattform neue Wege zu gehen, indem er neben den üblichen Einzelverträgen auch eine separate Vereinbarung mit Gain-Pain-Share-Elementen schloss. Die positiven Erfahrungen mit dieser ersten Allianz-Vereinbarung bei sehr risikobehafteten Projekten führten zu einer Adaption bei weiteren Projekten der Erdölindustrie in den Folgejahren. Besonders in Australien kam das Modell in der Folge verstärkt im Rahmen der Realisierung von Infrastrukturvorhaben zur Anwendung.⁵

IPD wurde erstmals Anfang 2000 in der Literatur erwähnt. Ausgangspunkt war ein Projekt im Jahr 2003, das erstmals Elemente einer frühen Einbindung der Projektpartner, einer späten Kostendefinition sowie Pain-Gain-Share-Elemente enthielt.⁶

PPA zeichnen sich durch folgende Charakteristika aus:⁷

- frühe Integration von Projektbeteiligten
- transparente Finanzen
- geteilte Chancen und Risiken
- gemeinsames Treffen von Entscheidungen
- einen kooperativen Umgang zwischen den Projektbeteiligten

Durch die genannten Eigenschaften eignen sich PPA insbesondere zur Beherrschung von komplexen Projekten. Die Komplexität kann sich aus mehreren Faktoren, wie schwer kalkulierbare Risiken oder unvorhersehbare äußere Einflüsse, ergeben.⁸

³ Für eine genauere Beschreibung dieser Modelle vgl. Lahdenperä 2012, S. 57. Es ist zu beachten, dass der Ansatz „Project Partnering“ nicht immer mit MPV umgesetzt wird.

⁴ Vgl. Lahdenperä 2012, S. 59–60.

⁵ Vgl. Schlabach 2013, S. 13. Und Lahdenperä 2012, S. 60.

⁶ Vgl. Lahdenperä 2012, S. 60–61.

⁷ Vgl. Lahdenperä 2012, S. 57.

2.2 Theorie transaktionaler und relationaler Verträge

Transaktionale Verträge sind ein Pol des Spektrums vertraglicher Beziehungen, das von diskreten, transaktionalen Verträgen bis hin zu relationalen Verträgen reicht. Die Unterscheidung zwischen transaktionalen und relationalen Verträgen geht zurück auf Ian Macneil.⁹

Die Merkmale eines transaktionalen Vertrages sind typischerweise eine kurze Dauer, eine genaue Definition des Vertragsgegenstandes und eine begrenzte personelle Interaktion. Der Erwerb einer Ware, wie z.B. der Kauf eines Autos, ist ein Beispiel eines transaktionalen Vertrages. Der Vertragsgegenstand wird in diesem Fall vor Vertragsabschluss erschöpfend definiert, sodass nach Vertragsabschluss eine dritte Person den Vertrag verifizieren kann.¹⁰

Ein relationaler Vertrag hingegen kann auf Ergebnissen basieren, die erst nach Vertragsabschluss durch die Vertragsparteien beobachtet werden können bzw. sich nur unter erheblichen Kapitaleinsatz vorher definieren ließen. Dies ist z.B. in einer Ehe der Fall. Eine Ehe ließe sich durch die undefinierte Dauer und Umfang der Austauschbeziehung nicht transaktional beschreiben.¹¹

In der konventionellen Projektabwicklung überwiegen transaktionale Verträge.¹² Für diese Verträge ergeben sich daraus folgende typische Eigenschaften:

- **Art der Beziehung:** Die Einbindung der Vertragsparteien ist auf die Vorgaben des Vertrages beschränkt. Die Vergütung erfolgt auf Basis harter Faktoren.
- **Dauer:** Die Projektdauer ist vergleichsweise kurz und die Ausführung beginnt direkt nach Vertragsabschluss.
- **Planung:** Die Leistungsbeschreibung im Vertrag ist bindend. Sie kann sehr detailliert erfolgen.
- **Beteiligte:** Der Bauherr schließt separate Verträge mit den Projektbeteiligten. Es werden keine Probleme erwartet.¹³

PPA mit Einsatz von MPV hingegen enthalten Elemente relationaler Verträge. Hieraus ergeben sich folgende typische Eigenschaften:

- **Art der Beziehung:** Umfangreiche Kommunikation und Bewertung anhand monetärer und nicht-monetärer Faktoren.
- **Dauer:** Kein definierter Beginn und lange Laufzeit.
- **Planung:** Geregelt werden insbesondere Strukturen, Methoden und Prozesse im Sinne von Regeln der Zusammenarbeit.

⁸ Vgl. Schlabach 2013, S. 61–65.

⁹ Vgl. Macneil 1974.

¹⁰ Vgl. Heidemann 2011, S. 39.

¹¹ Vgl. Heidemann 2011, S. 39.

¹² Vgl. Miles und Ballard 1997, S. 106.

¹³ Vgl. Miles und Ballard 1997, S. 104–105.

- **Beteiligte:** Mehr als zwei Parteien; mit Problemen wird gerechnet und diese werden gemeinsam gelöst.¹⁴

2.3 Mehrparteienvereinbarungen auf Basis der Theorie relationaler Verträge (MPV)

Den Modellen „Project Partnering“, „Project Alliancing“ und IPD liegen relationale Verträge zugrunde. In der Regel handelt es sich dabei, wie bereits erläutert, um MPV.¹⁵ Eine MPV ist eine Vereinbarung, die von jedem Projektmitglied mit Schlüsselfunktion, wie Bauherr, ausgewählte Planer und ausgewählte Bauunternehmer, unterschrieben wird und dabei die gegenseitigen Verantwortlichkeiten, Aufgaben etc. definiert.¹⁶ Im Gegensatz zur konventionellen, hierarchischen Vertragsstruktur (Abbildung 1 links) ist der Planer im Rahmen eines MPV vertraglich auch an den Bauunternehmer gebunden und umgekehrt (Abbildung 1 rechts).

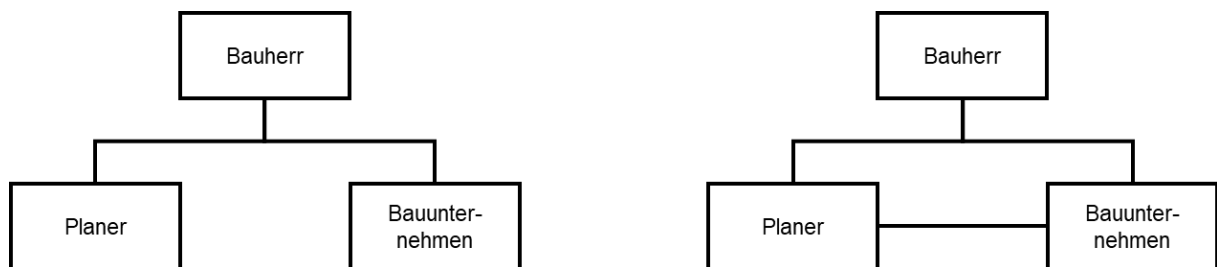


Abbildung 1: Vertragsbeziehungen innerhalb konventioneller Vertragsstrukturen (links) und MPV (rechts)¹⁷

Abbildung 1 verdeutlicht das wichtigste Charakteristikum einer MPV, nämlich dass alle wesentlichen Projektbeteiligten eine gemeinsame Vereinbarung schließen. Zwar ließe sich diese Verknüpfung auch mit einem transaktionalen Vertrag herstellen; basiert die Vereinbarung jedoch auf der Theorie relationaler Verträge erhält sie weitere, für die folgende Ausführung wesentliche Eigenschaften.

3 Probleme bilateraler transaktionaler Verträge im Rahmen konventioneller Projektabwicklung

Für die Untersuchung der These aus Kapitel 1.2 wird an dieser Stelle beispielhaft ein Problem der konventionellen Projektabwicklung sowie dessen Ursache identifiziert. Betrachtet wird zunächst allgemein das Problem, dass die Projektziele des Bauherrn bei konventioneller Projektabwicklung häufig nicht erreicht werden. Als eine Ursache für dieses Problem wird, im Sinne einer These, die Anwendung bilateraler transaktionaler Vertragsstrukturen angenommen. Zur Bestätigung dieser These wäre zu zeigen, dass transaktionale Verträge, aufgrund der in Kapitel 2.2 genannten Eigenschaften, eine mögliche Ursache von Problemen der konventionellen Projektabwicklung sind.

¹⁴ Vgl. Miles und Ballard 1997, S. 104–105.

¹⁵ Vgl. Heidemann 2011, S. 40–49.

¹⁶ Vgl. Thomsen et al. 2010, S. 87.

¹⁷ Vgl. Thomsen et al. 2010, S. 87.

Dass Bauherrenziele nicht erreicht werden, kann neben der Verwendung transaktionaler Verträge auch auf andere mögliche Ursachen wie äußere Einflussfaktoren im Projektverlauf, unklare Bestimmung der Ziele zu Beginn oder mangelnde Entscheidungskompetenz zurückgeführt werden. Das hier untersuchte Problem (Nichterreichung der Projektziele des Bauherrn) stellt somit lediglich eine Wirkung am Ende einer möglichen Wirkungskette dar. Der bilaterale transaktionale Vertrag stellt eine mögliche Ursache zu Beginn dieser Wirkungskette dar.

Die betrachtete Wirkungskette ist in Abbildung 2 veranschaulicht. Am Ende der Wirkungskette steht das Problem (rechter Kasten): "Projektziele des Bauherrn werden nicht erreicht". Projektziele können möneterär, zeitlicher oder qualitativer Art sein. Ein Verfehlen dieser Ziele könnte beispielsweise zur Folge haben, dass es zu Preissteigerungen kommt. Eine Ursache der Preisüberschreitungen bzw. für das Verfehlen der Bauherrenziele allgemein kann sein, dass die persönlichen Projektziele von Bauherr, Planer und Bauunternehmen nicht übereinstimmen (mittlerer Kasten) ¹⁸. Bauunternehmen werden stets versuchen ihren Ertrag zu maximieren, d. h. sie werden alle Anstrengungen unternehmen, den Baupreis im Laufe des Projekts zu steigern. Der Bauherr wird im Gegenzug bestrebt sein, keine Steigerung des Baupreises zuzulassen. Das Resultat liegt häufig zwischen den Positionen und führt zugleich dazu, dass die Ziele des Bauherrn nicht erreicht werden. Eine Ursache für die unterschiedlichen Ziele kann in den separat zwischen Bauherr und dessen Auftragnehmern vereinbarten bilateralen transaktionalen Verträgen (linker Kasten) liegen. Der Bauherr beabsichtigt in den transaktionalen Einzelverträgen alle Eventualitäten zu regeln¹⁹, um letztlich seine Ziele zu erreichen. Unvorhergesehenes muss folglich zu Regelungslücken führen, die die Bauunternehmen ausnutzen können, um eigene Ziele zu verfolgen. Die fehlende vertragliche Beziehung zwischen Bauunternehmen und Planer erschwert zudem ein Abgleich von deren Zielen.

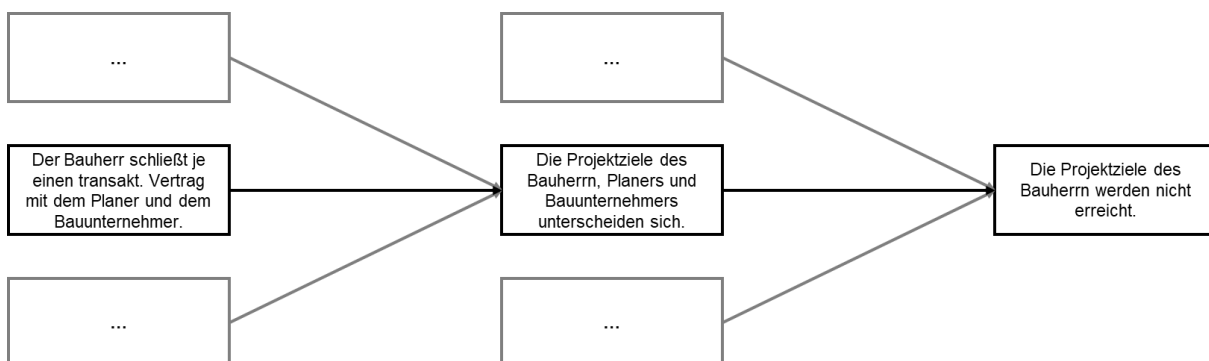


Abbildung 2: Beispielhafte Ursache-Wirkungs-Kette mit einer Ursache in transaktionalen Verträgen

Das Vorgehen zur Erläuterung der Zusammenhänge lässt sich auf weitere Wirkungsketten bzw. Problemstellungen übertragen. Die Gültigkeit der Nachweisführung bleibt dabei immer auf die betrachtete Wirkungskette beschränkt, da sich entsprechend der Kausalitätstheorie

¹⁸ Vgl. Thomsen et al. 2010, S. 11.

¹⁹ Vgl. Heidemann 2011, S. 40.

von einer Wirkung nicht eindeutig auf deren Ursache schließen lässt²⁰, und häufig nicht alle Ursachen gleichzeitig betrachtet werden können. In Abbildung 2 wird dies durch die unausgefüllten grauen Kästen angedeutet. Die grauen Kästen stehen für Ursachen, die ebenfalls die Folgekästen als Wirkung haben können.

4 Potentiale von MPV auf Basis relationaler Verträge zur Lösung von Problemen konventioneller Projektabwicklungsformen

In Kapitel 3 wurde beispielhaft ein Problem sowie eine mögliche Wirkungskette aufgezeigt. Wirkungsketten verdeutlichen, dass sich Probleme i. d. R. nicht auf eine Ursache zurückführen lassen. Geänderte Strukturen, wie der hier näher betrachtete Wechsel von transaktionalen Einzelverträgen hin zu MPV auf Basis relationaler Verträge, können einzelne Ursachen aus der Wirkungskette beheben. Das schließt jedoch nicht aus, dass das Problem am Ende der Kette weiterhin auftreten kann. Das Verfehlen der Bauherrenziele könnte im Beispiel ebenso auf äußere Einflussfaktoren (z. B. ein archäologischer Fund bei Ausgrabungsarbeiten) zurückzuführen sein. Mit dem Wegfall von möglichen Ursachen wird jedoch die Wahrscheinlichkeit des Auftretens des Problems sinken. Aus wissenschaftlicher Sicht stellt sich dann die Frage, wie groß dieser Effekt ist.

Neue Strukturen, wie die hier betrachtete MPV, verfügen über Potentiale, die Problemursachen der konventionellen Projektabwicklung entgegenwirken können. In Kapitel 2.2 wurden Eigenschaften von relationalen Verträgen genannt. Die Gestaltung einer MPV als relationalen Vertrag ermöglicht den Projektbeteiligten, im Verlauf des Projektes durch die kooperative Zusammenarbeit besser auf Unvorhergesehenes reagieren zu können.

Damit ist eng das Potential verknüpft, durch Regelungen zur Vergütung und Haftung, im Vergleich zu transaktionalen Verträgen, effektivere ökonomische Anreize für die Erreichung gemeinsamer Projektziele implementieren zu können. Dies zeigt sich beispielsweise bei „Project Alliancing“. Der PPA „Project Alliancing“ liegen i. d. R. MPV zugrunde.²¹ Das darin vereinbarte Vergütungsmodell hat zur Folge, dass Projektbeteiligte wie Bauunternehmen ihre finanziellen Ziele nur erreichen, wenn auch die Ziele des Bauherrn erreicht werden.²²

Ein weiteres wesentliches Potential der betrachteten MPV ist deren Kerneigenschaft, vertragliche Beziehungen zwischen allen wesentlichen Projektbeteiligten zu schaffen (siehe Kapitel 2.3). Dadurch können Rechte und Pflichten aller Parteien direkt gegenüber einander begründet und gemeinsame Ziele vereinbart werden. Dieses Potential kann in Verbindung mit den zuvor genannten Eigenschaften als Argumentationsgrundlage dafür dienen, dass eine Ursache-Wirkungskette entsprechend Abbildung 2 mit MPV als Ursache auszuschließen ist. Die gemeinsam vereinbarten Ziele sowie die Anreize zur Verfolgung selbiger schließen die Wirkung, dass sich die Projektziele unterscheiden, aus.

In Kapitel 2.1 wurden grundlegende Eigenschaften der PPA, wie das Teilen von Chancen und Risiken sowie der kooperative Umgang zwischen den Projektpartnern, genannt. Die

²⁰ Vgl. Brockhaus 2006, S. 637.

²¹ Vgl. Heidemann 2011, S. 40–49.

²² Vgl. Schlabach 2013, S. 35.

vorgestellten Potentiale verdeutlichen die Vorteile und besondere Eignung von MPV auf Basis relationaler Verträge zur Umsetzung von PPA. Der kooperative Umgang, die frühe Integration der Projektbeteiligten sowie der Fokus auf Strukturen²³ sind weitere Eigenschaften der MPV, die darüber hinaus zur Umsetzung des Partnerschaftsgedankens beitragen.

5 Zusammenfassung und Fazit

PPA können Probleme der konventionellen Projektabwicklung entgegenwirken. Als wesentliches Problem wurden verfehlte Bauherrenziele identifiziert, die aus bilateralen transaktionalen Einzelverträgen resultieren können. MPV auf Basis relationaler Verträge weisen Potentiale auf, die diesem Problem entgegenwirken können. Aufgrund der mit den Potentialen einhergehenden, geänderten Struktur, eignet sich diese Form der Vertragsstruktur in besonderer Weise zur Umsetzung von PPA.

Eine Schwierigkeit im Hinblick auf die zu prüfenden Zusammenhänge besteht darin, die Komplexität des Problems in eine Struktur zu übertragen, die logische Schlüsse zulässt. Das Problem musste in diesem Fall auf eine Problemkette reduziert werden, um über die Potentiale der MPV Ursachen von Problemen der konventionellen Projektabwicklung ausschließen zu können. Eine allgemeingültige Aussage zu treffen, ist aufgrund der Wirkungszusammenhänge nicht möglich. Das Vorgehen lässt sich lediglich auf weitere Problembereiche übertragen. Aus diesem Grunde müssen, um weitere belastbare Aussagen zu Problemursachen der konventionellen Projektabwicklung sowie zu Lösungsansätzen treffen zu können, die Problembereiche und Potentiale vertieft untersucht und strukturiert gegenübergestellt werden.

²³ Vgl. Heidemann 2011, S. 38–41.

Literaturverzeichnis

Brockhaus (2006):

Brockhaus: Brockhaus. 21., völlig neu bearb. Aufl. Leipzig: F. A. Brockhaus, 2006.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2015):

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: Reformkommission Bau von Großprojekten. Komplexität beherrschen - kostengerecht, termintreu und effizient. Endbericht, 2015. Online verfügbar unter https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/reformkommission-bau-grossprojekte-endbericht.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 24.03.2018.

Eitelhuber (2007):

Eitelhuber, Andreas: Partnerschaftliche Zusammenarbeit in der Bauwirtschaft. Ansätze zu kooperativem Projektmanagement im Industriebau. Zugl.: Kassel, Univ., Diss. 2007. Kassel: Kassel Univ. Press, 2007 (Schriftenreihe Bauwirtschaft 1, Forschung, 10). Online verfügbar unter <http://d-nb.info/989834883/34>.

Heidemann (2011):

Heidemann, Ailke: Kooperative Projektabwicklung im Bauwesen unter der Berücksichtigung von Lean-Prinzipien - Entwicklung eines Lean-Projektabwicklungssystems: Internationale Untersuchungen im Hinblick auf die Umsetzung und Anwendbarkeit in Deutschland. s.l.: KIT Scientific Publishing, 2011. Online verfügbar unter <http://www.doabooks.org/doab?func=fulltext&rid=19448>.

Lahdenperä (2012):

Lahdenperä, Pertti: Making sense of the multi-party contractual arrangements of project partnering, project alliancing and integrated project delivery. In: *Construction Management and Economics* (30), 2012, S. 57–79.

Macneil (1974):

Macneil, Ian R.: The Many Futures of Contracts. In: *Sothorn California Law Review* (47), 1974. Online verfügbar unter <http://alliancecontractingelectroniclawjournal.com/wp-content/uploads/2017/04/MacNeil-I.-1973-1974-‘The-Many-Futures-of-Contracts’.pdf>, zuletzt geprüft am 22.04.2018.

Miles und Ballard (1997):

Miles, Robert; Ballard, Glenn: Contracting for Lean Performance. Contracts and the Lean Construction Team. In: *5th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 1997, S. 103–113. Online verfügbar unter <https://iglcstorage.blob.core.windows.net/papers/attachment-0a520623-2683-40db-891e-f1ca8de1d501.pdf>, zuletzt geprüft am 06.04.2018.

Schlabach (2013):

Schlabach, Carina: Untersuchungen zum Transfer der australischen Projektabwicklungsform Project Alliancing auf den deutschen Hochbaumarkt. Kassel Germany: Kassel University Press, 2013 (Schriftenreihe Bauwirtschaft I Forschung, 25). Online verfügbar unter <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=706564>.

Thomsen et al. (2010):

Thomsen, Chuck; Darrington, Joel; Dunne, Dennis; Lichtig, Will: Managing Integrated Project Delivery CMAA, 2010. Online verfügbar unter https://cmaanet.org/files/shared/ng_Integrated_Project_Delivery__11-19-09__2_.pdf, zuletzt geprüft am 24.03.2018.

Interdisziplinäre Projektbearbeitung mit BIM in der Hochschullehre am Beispiel des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT)

M. Deubel | I. Zelling | P. von Both | S. Haghsheno

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141052-0>

Maximilian Deubel, M.Sc.

Institut für Technologie und Management im Baubetrieb

Karlsruher Institut für Technologie

maximilian.deubel@kit.edu

Dipl.-Ing. Architektin Ivonne Zelling

Fachgebiet Building Lifecycle Management

Karlsruher Institut für Technologie

ivonne.zelling@kit.edu

Prof. Dr.-Ing. Petra von Both

Fachgebiet Building Lifecycle Management

Karlsruher Institut für Technologie

petra.both@kit.edu

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Kfm. Shervin Haghsheno

Institut für Technologie und Management im Baubetrieb

Karlsruher Institut für Technologie

shervin.haghsheno@kit.edu

Inhalt

1	Einleitung	86
2	Verbreitung von BIM in der Hochschullehre.....	87
3	Interdisziplinäre Projektbearbeitung mit BIM am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	89
3.1	Entwicklung der Lehrinhalte Stufe 1	89
3.2	Entwicklung der Lehrinhalte Stufe 2.....	91
3.3	Evaluation.....	95
4	Zusammenfassung und Ausblick.....	95

1 Einleitung

Die Baubranche steht vor einem Wandel. Schlagwörter wie „3D-Druck“, „Künstliche Intelligenz“, „Blockchain“ oder „Industrie 4.0“ scheinen Garanten für ausgebuchte Informationsveranstaltungen zu sein. Sicherlich wird einiges davon zu radikalen Veränderungen führen und die Baubranche in den kommenden Jahren und Jahrzehnten ebenfalls in das Zeitalter der Digitalisierung befördern.^{1 2} Interessant ist dabei, dass die Digitalisierung selbst zum Schlagwort geworden ist. Oftmals wird Digitalisierung mit Building Information Modeling (BIM) gleichgesetzt. Auch wenn sich die offizielle Normung mit Begriffsdefinitionen zu BIM oder den anderen angesprochenen Trends noch in der Entwicklung befindet, so ist es nicht zutreffend, die Digitalisierung der Baubranche lediglich mit BIM gleichzusetzen. Vielmehr sollte BIM als eine notwendige Basis für weitere Digitalisierungsmöglichkeiten betrachtet werden. In unterschiedlichen Studien wurde bereits der Versuch unternommen, die Bedeutung von BIM einzuschätzen bzw. zu beziffern.^{3 4} Zusammenfassend lässt sich sagen, dass BIM für die Baubranche künftig von besonderer Relevanz sein wird. Allerdings ist der Grad der Digitalisierung der Baubranche zum jetzigen Zeitpunkt als gering einzustufen und insbesondere in einem branchenübergreifenden Vergleich als rückständig anzusehen.⁵

Für Unternehmen stellt sich daher die Frage, wie der Wandel in das Zeitalter der Digitalisierung gelingen kann. Ein Teil der Antwort steht in engem Zusammenhang mit der Kompetenz der Mitarbeiter. Dabei können die eigenen Mitarbeiter unternehmensintern durch Schulungen und Weiterbildungen qualifiziert werden oder es können neue Mitarbeiter eingestellt werden, die bereits über die entsprechenden Kompetenzen verfügen. Welche Kompetenzen in überwiegender Form an die Mitarbeiter gestellt werden, wurde vorab untersucht. An dieser Stelle wird auf die entsprechenden Beiträge verwiesen.^{6 7}

Zu den Aufgaben der ausbildenden Institutionen von Schulen bis hin zu Universitäten gehört es u. a. auch, jeweils aktuelle Anforderungen der Wirtschaft an die Kompetenz von neuen Mitarbeitern zu erfüllen. Zwar werden von Universitäten die künftigen Trends oftmals selbst entwickelt und gesetzt, doch nicht selten scheint in der heutigen Zeit, mit sehr schnellen technologischen Veränderungen, der Einzug bestimmter Themen in die Lehre häufig nur verzögert und insbesondere flächendeckend mit noch größerem Nachlauf zu erfolgen. In diesem Beitrag wird zunächst ein kurzer Überblick über die Entwicklung und Verbreitung von

¹ Vgl. Schwab, Klaus (2016): Die Vierte Industrielle Revolution, 4. Auflage, Pantheon Verlag.

² Vgl. hierzu auch: Rifkin, Jeremy (2011): Die dritte industrielle Revolution: Die Zukunft der Wirtschaft nach dem Atomzeitalter, 1. Auflage, Campus Verlag.

³ Vgl. Roland Berger / HypoVereinsbank (2016): Bauwirtschaft im Wandel, Trends und Potenziale bis 2020, S.20.

⁴ Vgl. McKinsey&Company (2016): Imagining construction's digital future, S.4,6,12.

⁵ Vgl. DIHK (2017): IHK-Unternehmensbarometer Digitalisierung, S.19.

⁶ Vgl. Deubel, M.; Schoch, A.; Haghsheno, S. (2016): BIM: Anforderungen des Arbeitsmarktes. In: tHIS Fachmagazin, 8.2016, S.104-105.

⁷ Vgl. Deubel, M.; Haghsheno, S. (2017): Empirische Untersuchung der Anforderungen an den Arbeitsmarkt durch den Einsatz von Building Information Modeling. In: Sundermeier, M.; Meinen, H. (Hrsg.), Bauwirtschaft, Heft 1, 2017, 2. Jahrgang, S.6-9.

BIM in der Hochschullehre gegeben. Anschließend wird ein möglicher Ansatz zur interdisziplinären, institutsübergreifenden Ausbildung von Architekten und Ingenieuren vorgestellt.

2 Verbreitung von BIM in der Hochschullehre

„Die Anwendung von BIM bedingt einen Strukturwandel [...] und führt damit zu geänderten Anforderungen an die am Bau Beteiligten. Aus diesem Grund ist es notwendig, die veränderten Anforderungen sowohl in die Lehrpläne von Hochschulen als auch in die Weiterbildung von bereits in der Praxis Tätigen zu implementieren“.⁸ Im Rahmen einer Untersuchung von Khorrami (2015) wurde das damals bestehende Ausbildungsangebot, differenziert nach Angeboten in der akademischen Lehre und sonstigen Weiterbildungen im Hinblick auf BIM in Deutschland, England, Schweiz und den USA erfasst. Im Ergebnis wurde festgestellt, dass in Deutschland der Fokus überwiegend auf der Schulung bestimmter BIM-Software liegt, während hingegen in England eine Vielzahl von BIM-Masterstudiengängen angeboten wird, die sich umfassender mit den eigentlichen BIM-Prozessen auseinandersetzen.⁹

International betrachtet, fand BIM bereits deutlich früher als in Deutschland Einzug in die akademische Lehre. Mit Ausnahme einiger Pioniere in den frühen 1990-er Jahren, haben seit etwa 2003 viele Fakultäten und Institute damit begonnen, BIM in der Lehre einzuführen.¹⁰ An dieser Stelle ist kritisch anzumerken, dass BIM unterschiedlich und zum Teil kontrovers definiert bzw. verstanden wird. Weit gefasste Definitionen verstehen unter BIM die reine Anwendung von dreidimensionaler Planung. Enger gefasste Definitionen im Sinne von „Big open“ oder „Big closed“ BIM, erkennen in BIM eine interdisziplinäre und mehrere Lebenszyklusphasen umfassende Methode zur Planung, zum Bau und dem Betrieb von Bauwerken mit Hilfe digitaler Modelle. Es erfolgte hier keine tiefergehende Prüfung, welcher Umfang von BIM in den jeweiligen Lehrinhalten tatsächlich vermittelt wird.

In Deutschland gibt erst im Dezember 2015 der Stufenplan Digitales Planen und Bauen die folgende Empfehlung: „Die akademische Ausbildung von Architekten und Ingenieuren sollte BIM [...] berücksichtigen. Alle an Planung und Bau Beteiligten sollten dazu aktiv auf die Hochschulen zugehen und gemeinsam mit ihnen nach Wegen suchen, wie die fachlichen Bedürfnisse des modernen Bauens erfüllt werden können.“¹¹

⁸ Khorrami, Nahid (2015): Implementierung der Methode BIM in der Aus- und Weiterbildung in Deutschland. In: Berner, Fritz (Hrsg.), Tagungsband zum 26. BBB-Assistententreffen vom 17. – 19. Juni 2015 in Stuttgart, S.96.

⁹ Vgl. Khorrami, Nahid (2015): Implementierung der Methode BIM in der Aus- und Weiterbildung in Deutschland. In: Berner, Fritz (Hrsg.), Tagungsband zum 26. BBB-Assistententreffen vom 17. – 19. Juni 2015 in Stuttgart, S.103.

¹⁰ Vgl. Barison, Maria; Santos Eduardo (2010): BIM teaching strategies: an overview of the current approaches. In: Proceedings of the International Conference on Computing in Civil and Building Engineering, ICCBE 2010, The University of Nottingham.

¹¹ Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2015): Stufenplan Digitales Planen und Bauen, S.14.

Den aktuellen Stand zur Verbreitung von BIM in der deutschen Hochschullehre haben Brokbals und Cadež für den Zeitraum von 2015 bis 2017 erfasst und veröffentlicht.¹² In ihren Untersuchungen haben sie die Hochschulen (Universitäten und Fachhochschulen) in Deutschland ermittelt, an denen Bauingenieurwesen und/oder Architektur gelehrt wird. Dabei handelt es sich um 21 Universitäten und 48 Fachhochschulen. Die Autoren konnten feststellen, dass im Jahr 2015 an 11 von 21 Universitäten (52%) Lehrangebote zu BIM vorhanden waren und dieser Anteil bis zum Jahr 2017 um 4 Universitäten auf insgesamt 15 (71%) zugenommen hat. Im selben Untersuchungszeitraum stieg das Lehrangebot an Fachhochschulen von 17 auf 26 (35% auf 54%). Bei 24 (59%) der insgesamt im Jahr 2017 41 identifizierten Hochschulen mit BIM-Lehrangebot, handelte es sich um Wahlpflichtfächer. 9 Hochschulen (22%) hatten ihr BIM-Lehrangebot in Pflichtfächern implementiert und für 8 Hochschulen (19%) konnten keine Angaben dazu gefunden werden. Zusätzlich haben die Autoren der Studie die Lehrangebote im Hinblick auf das Verhältnis zwischen Architektur- und Bauingenieurwesenstudiengängen untersucht. Im Ergebnis konnten sie für das Untersuchungsjahr 2017 feststellen, dass zwar 44% der Hochschulen mit Bauingenieurwesenstudiengängen BIM in der Lehre anboten, jedoch nur 30% der Hochschulen mit Architekturstudiengängen.¹³

Nach Barison und Santos lassen sich die Lehrkonzepte in drei Kategorien unterteilen:¹⁴

- **Single-course:**
Dabei geht es um die Anwendung der BIM-Methode innerhalb einer und begrenzt auf eine Fachdisziplin (beispielsweise Architektur).
- **Interdisciplinary:**
Hier wird die BIM-Methode in mindestens zwei unterschiedlichen Fachdisziplinen gemeinsam gelehrt und angewandt.
- **Distance Collaboration:**
Die dritte Kategorie umfasst Lehrangebote, die sich über mindestens zwei voneinander entfernte „Schools“ erstrecken.

Je nach deutscher Übersetzung für „Schools“ können darunter Institute, Fakultäten oder Hochschulen verstanden werden. Brokbals und Cadež wählen die Übersetzung „interinstitutionell“. ¹⁵ Unwichtig für eine Einteilung in diese dritte Kategorie nach Barison und Santos ist zudem die Frage nach der Fachdisziplin. So fallen beispielsweise auch Lehrangebote von zwei örtlich voneinander getrennten Architekturfakultäten in diese Kategorie. Dieser Umstand führt dazu, dass künftig sinnvollerweise weiter differenziert werden sollte in:

- **Fachdisziplinspezifische Zusammenarbeit**
(instituts-, fakultäts- oder hochschulübergreifend)

¹² Vgl. Brokbals, Stefanie; Cadež, Ivan (2017): BIM in der Hochschullehre. Entwicklung – Status quo – Handlungsbedarf. In: Bautechnik 94, (2017), Heft 12, DOI:10.1002/bate.201700100, S.851-856.

¹³ Vgl. Brokbals, Stefanie; Cadež, Ivan (2017): BIM in der Hochschullehre. Entwicklung – Status quo – Handlungsbedarf. In: Bautechnik 94, (2017), Heft 12, DOI:10.1002/bate.201700100, S.853.

¹⁴ Vgl. Barison, Maria; Santos Eduardo (2010): BIM teaching strategies: an overview of the current approaches. In: Proceedings of the International Conference on Computing in Civil and Building Engineering, ICCCBE 2010, The University of Nottingham.

¹⁵ Vgl. Brokbals, Stefanie; Cadež, Ivan (2017): BIM in der Hochschullehre. Entwicklung – Status quo – Handlungsbedarf. In: Bautechnik 94, (2017), Heft 12, DOI:10.1002/bate.201700100, S.855.

- Interdisziplinäre Zusammenarbeit
(instituts-, fakultäts- oder hochschulübergreifend)

Insbesondere die interdisziplinäre Zusammenarbeit ist bei der Anwendung der BIM-Methode von besonderer Bedeutung. Schließlich spiegelt diese Konstellation deutlich besser reale Planungs- und Realisierungsbedingungen von Bauvorhaben wider. Denn dort befinden sich die Projektbeteiligten stets in einem interdisziplinären Austausch und nur so lassen sich die in der heutigen Zeit (die zum Teil immer komplexer werdenden) Anforderungen an Bauwerke zuverlässig handhaben. Brokbals und Cadež leiten in ihrem Beitrag die abschließende Herausforderung ab, dass BIM-Angebote an Hochschulen eine „verstärkte praktische Anwendung, insbesondere die Berücksichtigung der Lehre von Arbeits- und Kommunikationsprozessen in interdisziplinären (und u. U. in interinstitutionellen) Teams“ enthalten sollten.¹⁶ Das bestätigen auch die Untersuchungen von von Both et al., bei denen bereits im Jahr 2012 festgestellt wurde, dass Hochschulen sich überwiegend auf einzelne fachspezifische Aspekte fokussieren [...] und eine interdisziplinäre und fachübergreifende Lehre kaum stattfindet.¹⁷

3 Interdisziplinäre Projektbearbeitung mit BIM am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

3.1 Entwicklung der Lehrinhalte Stufe 1

Unter Berücksichtigung der zum damaligen Zeitpunkt vorliegenden Ergebnisse der hier vorgestellten Untersuchungen und ergänzender eigener Recherchen, wurde am Institut für Technologie und Management im Baubetrieb (TMB) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) im Jahr 2015 ein Lehrangebot zu BIM im Masterstudiengang Bauingenieurwesen im Umfang von 6 ECTS entwickelt. Mit diesem Modul wurden im wesentlichen zwei Ziele verfolgt. Zum einen sollten die Studierenden mit den theoretischen Grundlagen zu BIM vertraut gemacht werden. Zum anderen sollten sie die Anwendung der Methode in Kleingruppen praktisch erfahren. Dazu wurden sie in ausgewählten Softwareprodukten (Autodesk AutoCAD 2016, Autodesk Revit 2016, Solibri Model Viewer und RIB iTWO 2015) intensiv geschult. Sämtliche Programme wurden den Modulteilnehmern mit einer Schulungslizenz zur Verfügung gestellt, damit sie die Software auf ihren eigenen Notebooks installieren konnten. Damit wurde sichergestellt, dass die Studierenden unabhängig von möglichen anderen Belegungen oder Öffnungs- und Schließungszeiten von PC-Poolräumen eigenständig zu ihren Wunschzeiten die Projekte bearbeiten konnten. Die theoretischen Vorlesungen und die Softwareschulungen wurden durch Vorträge von BIM-Anwendern aus der Praxis aus den Bereichen Planung, Bau und Beratung ergänzt.

Bereits zu diesem Zeitpunkt war geplant, das Modul interdisziplinär aufzusetzen. Aufgrund des Testcharakters wurde jedoch zunächst entschieden, die unterschiedlichen Rollen der Projektbeteiligten lediglich zu simulieren. Das führte dazu, dass erstmals im

¹⁶ Vgl. Brokbals, Stefanie; Cadež, Ivan (2017): BIM in der Hochschullehre. Entwicklung – Status quo – Handlungsbedarf. In: Bautechnik 94, (2017), Heft 12, DOI:10.1002/bate.201700100, S.855.

¹⁷ Vgl. von Both, Petra; Koch, Volker; Kindsvater, Andreas (2012): BIM – Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan, S.144.

Sommersemester 2016 das Modul für 50 Studierende des Bauingenieurwesens angeboten werden konnte und diese in Kleingruppen ein fiktives Projekt nach der BIM-Methode umsetzten. Dabei handelte es sich um ein Bürogebäude für etwa 100 Mitarbeiter. In Gruppen von jeweils fünf Personen haben die Studierenden mögliche Gebäudekonzepte entwickelt, diese dreidimensional modelliert (Rohbau- und Ausbau) und im Anschluss kalkuliert. Dazu wurden die 3D-Modelldaten um zeitliche Informationen zum geplanten Bauablauf ergänzt und bepreist. Im Ergebnis waren die Studierenden so in der Lage, den Bauablauf und den Kostenverlauf virtuell zu simulieren. Ausgewählte Ergebnisse zeigen Abbildung 1 und Abbildung 2.

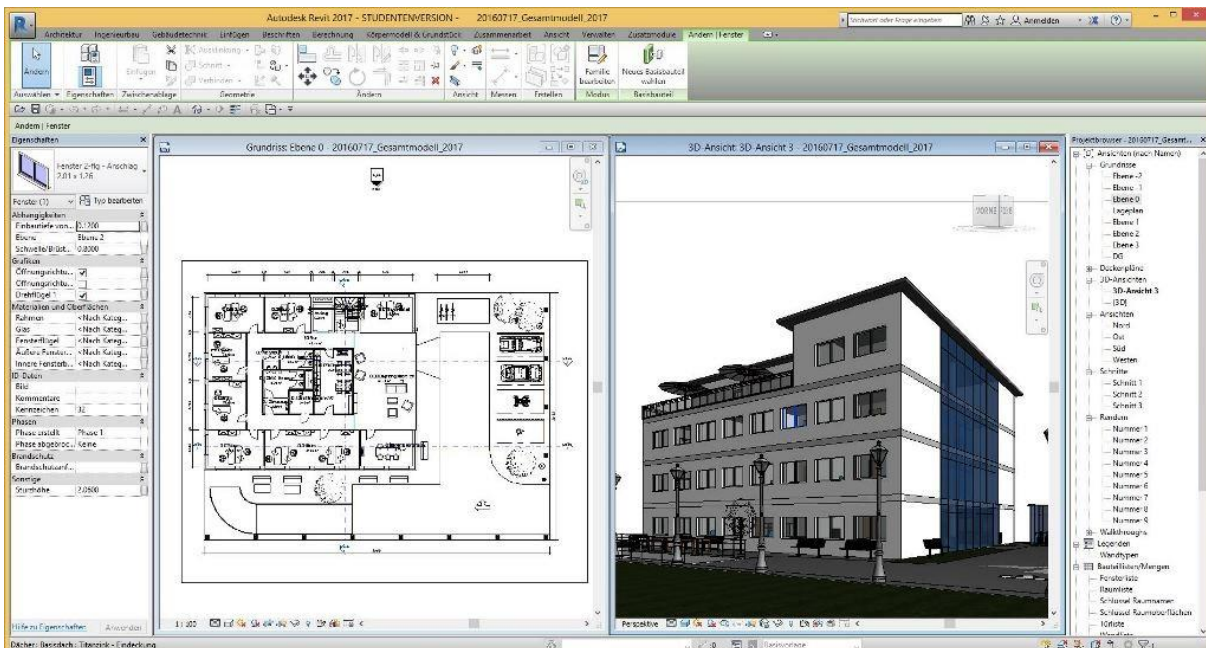


Abbildung 1: Dreidimensionale Modellierung des entwickelten Gebäudes und Darstellung in Grund- und 3D-Ansicht.¹⁸

¹⁸ Beispielhafte Darstellung der Ergebnisse aus dem Sommersemester 2016, Gruppe 2, Teilnehmer: Michael Eldracher, Juliane Jonath, Elin Nyberg, Joé Prim, Stephan Rollbühler.

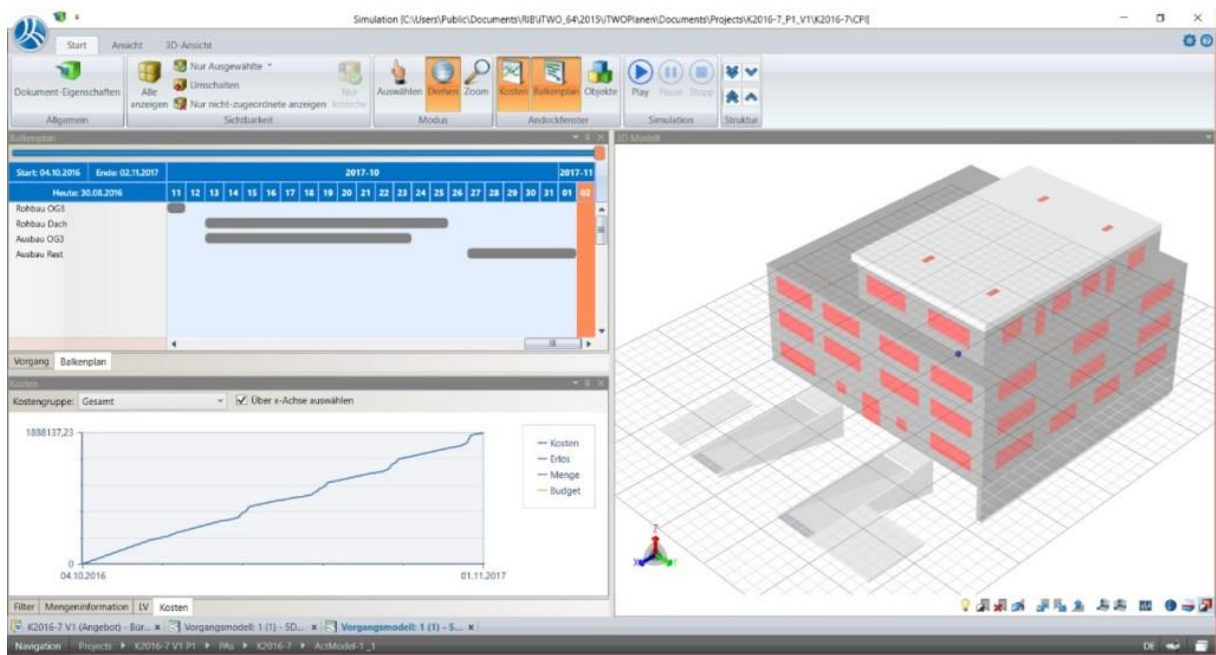


Abbildung 2: Bauablauf- und Kostenverlaufssimulation auf Basis des 3D-modellierten Gebäudes.¹⁹

3.2 Entwicklung der Lehrinhalte Stufe 2

Im Jahr 2016 erfolgte dann die erste Weiterentwicklung des Moduls. Ziel war es, eine echte interdisziplinäre Ausbildung und Zusammenarbeit durch eine BIM-basierte Projektbearbeitung von Studierenden der Fachrichtungen Architektur und Bauingenieurwesen umzusetzen. Die Aufbauorganisation am KIT ist auf oberster Ebene in fünf Bereiche unterteilt. Im Bereich IV „Natürliche und gebaute Umwelt“ sind die Fakultät für Architektur und die Fakultät für Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaften angesiedelt. Zur Erreichung des gesetzten Ziels musste somit eine fakultätsübergreifende Modulentwicklung mit unterschiedlichen Studien- und Prüfungsordnungen erfolgen. Diese Situation war neu und zumindest am KIT bisher in dieser Form nicht erprobt. Insbesondere unterschiedliche Prüfungszeiträume und nicht zeitgleich realisierbare Vorlesungstermine stellten Herausforderungen dar.

Daher wurde zwar entschieden, das Modul in den beiden Fakultäten im Hinblick auf die Studien- und Prüfungsordnungen jeweils unabhängig voneinander anzubieten, jedoch wurde gleichzeitig in den jeweiligen Modulbeschreibungen eine verbindliche Zusammenarbeit der Studierenden festgeschrieben. Somit wurde es im Sommersemester 2017 möglich, interdisziplinäre Gruppen aus Studierenden der Architektur und des Bauingenieurwesens in einen gemeinsam organisierten Ablauf zu bringen, obwohl auf Architekturseite ein Entwurf mit 12 ECTS und auf Bauingenieurseite ein Vorlesungsmodul mit 6 ECTS angeboten wurde. Abbildung 3 zeigt den Ablauf des Moduls im Sommersemester 2017. Sowohl die Architektur- als auch die Bauingenieurseite bot eigene Veranstaltungen für ihre jeweiligen Studierenden an. In der Mitte (dunkelgrau hinterlegt) sind die gemeinsam stattfindenden Veranstaltungen

¹⁹ Beispielhafte Darstellung der Ergebnisse aus dem Sommersemester 2016, Gruppe 6, Teilnehmer: Jonas Teichmann, Richard Hauberg, Louis Halbmann, Christian Doninger, Patrick Schneider, Tom Harvy.

abgebildet. Parallel zu diesen aufgeführten Terminen arbeiteten die interdisziplinär besetzten Gruppen eigenständig an der Projektaufgabe.

Integrales BIM-Modul, Bereich IV Sommersemester 2017					
Datum	KW	Architektur: Seminar/ Entwurf/ Gemeinsam (X)	Fakultät für Architektur, Fachgebiet BLM Module: Entwurf mit BIM-Vertiefung, BIM- Seminar	Gemeinsame Veranstaltungen	Fakultät für Bauingenieurwesen, Institut für TMB Modul: BIM-Seminar
25.04.2017	KW 17	S	Einführung BIM		Einführung CAD und BIM
27.04.2017	KW 17	E	Ausgabe Entwurf	Vorortbesichtigung	
02.05.2017	KW 18	X		Vortrag B. Schütt, Exkursion BIM-Projekt Treffpunkt 13 Uhr	
04.05.2017	KW 18	E	Vorträge zum Wohnungsbau, 9 Uhr Input: Mika Karlsruhe		
09.05.2017	KW 19	X	Input: Einführung in Revit, Vorentwurf		Revit-Workshop
11.05.2017	KW 19	E	Vorträge zum Wohnungsbau, 9 Uhr Input: Hardtwaldsiedlung Karlsruhe		
15.05.2017	KW 20	E	Revit-Workshop (Entwurf), ganztägig		
16.05.2017	KW 20	E	Revit-Workshop (Entwurf), ganztägig	Abgabe Teamorganisation	Revit-Workshop
23.05.2017	KW 21	X		Input: Teamwork, Zusammenarbeit	
29.05.2017	KW 22	E			1. Konsultation
30.05.2017	KW 22	S	Vorträge 1-3		Fortsetzung BIM
06.06.2017	KW 23	S	Vorträge 4-6		entfällt wegen Exkursionswoche
13.06.2017	KW 24	S	entfällt wegen Urlaub		Übung ITwo
20.06.2017	KW 25	S	Vorträge 7-9		Übung ITwo
22.06.2017	KW 25	E		Zwischenpräsentation Konzept BIM in der Praxis 1-4	Festlegung Kalkulation
27.06.2017	KW 26	X			
04.07.2017	KW 27	S	Vorträge 10-12		Fortsetzung BIM, 2. Konsultation
11.07.2017	KW 28	S	Vorträge 13-15		Übung ITwo
18.07.2017	KW 29	S	Vorträge 16-18		entfällt - eigenständige Semesterarbeit
20.07.2017	KW 29	E		Übergabe des Modells zur Kalkulation	
25.07.2017	KW 30	X		Input: Visualisierung	
03.08.2017	KW 31	E		Präsentation Entwurf mit BIM-Vertiefung	
Semesterferien					
28.08.2017	KW 35	E			Abgabe schriftl. Ausarbeitung 2. Termin
07.09.2017	KW 36	E		alternativ Präsentation BIM-Vertiefung	
Durchgängige Bearbeitung des Entwurfes der Architektur- und Bauingenieurgruppen während der Vorlesungszeit					
		E	Betreuung: Donnerstag vorm. (Entwurf-Mitarbeiter) Donnerstag nachm. (Software - Tutoren)	Betreuung: Montag nachmittags (Software- Tutoren)	
		S	Dienstagstermin: 9:45-11:15 Uhr, HS 9		

Abbildung 3: Ablauf des interdisziplinären BIM-Moduls am KIT im Sommersemester 2017

Durch die Kombination einer Entwurfsaufgabenstellung mit den geforderten baubetrieblichen Planungen auf der Bauingenieurseite wurden echte interdisziplinäre Projekte aufgesetzt, die in Kleingruppen bearbeitet wurden. Im Sommersemester 2017 ging es unter dem Titel „Verdichtetes Wohnen im Zentrum von Karlsruhe“ um die real und für das Jahr 2018/2019 vorgesehene Nachverdichtung eines innerstädtischen Grundstücks einer Wohnungsbaugenossenschaft in unmittelbarer Nähe zum Campus der Universität.

In den ersten Semesterwochen lag der Fokus auf klassischen Entwurfsaufgaben. Dadurch konnten insbesondere die Bauingenieurstudierenden von den für sie bis dato unbekannten Herangehensweisen der Architekturstudierenden, beispielsweise im Hinblick auf Nutzeranalysen und Formfindungen lernen. Gleichzeitig profitierten die Architekturstudierenden von wichtigem Input im Hinblick auf eine spätere wirtschaftliche Umsetzbarkeit durch die Bauingenieurstudierenden. Abbildung 4 zeigt ausgewählte Beispiele einer Projektgruppe. Auf der linken Seite sind die Ergebnisse einer mittels Feldstudien durchgeführten Bewohnerstrukturanalyse im tageszeitlichen Verlauf zu sehen. Auf der rechten Seite ist eine frühe Gebäudekubatur zur Formfindung zu sehen.

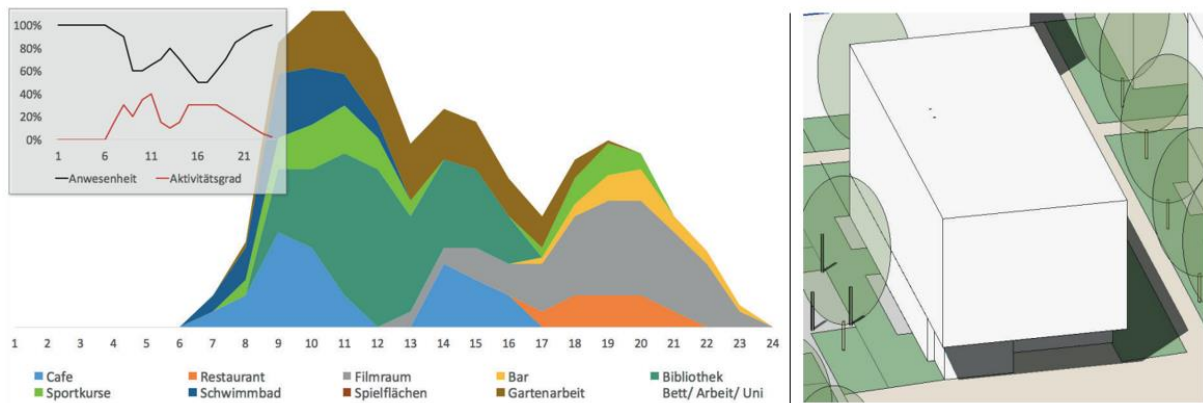
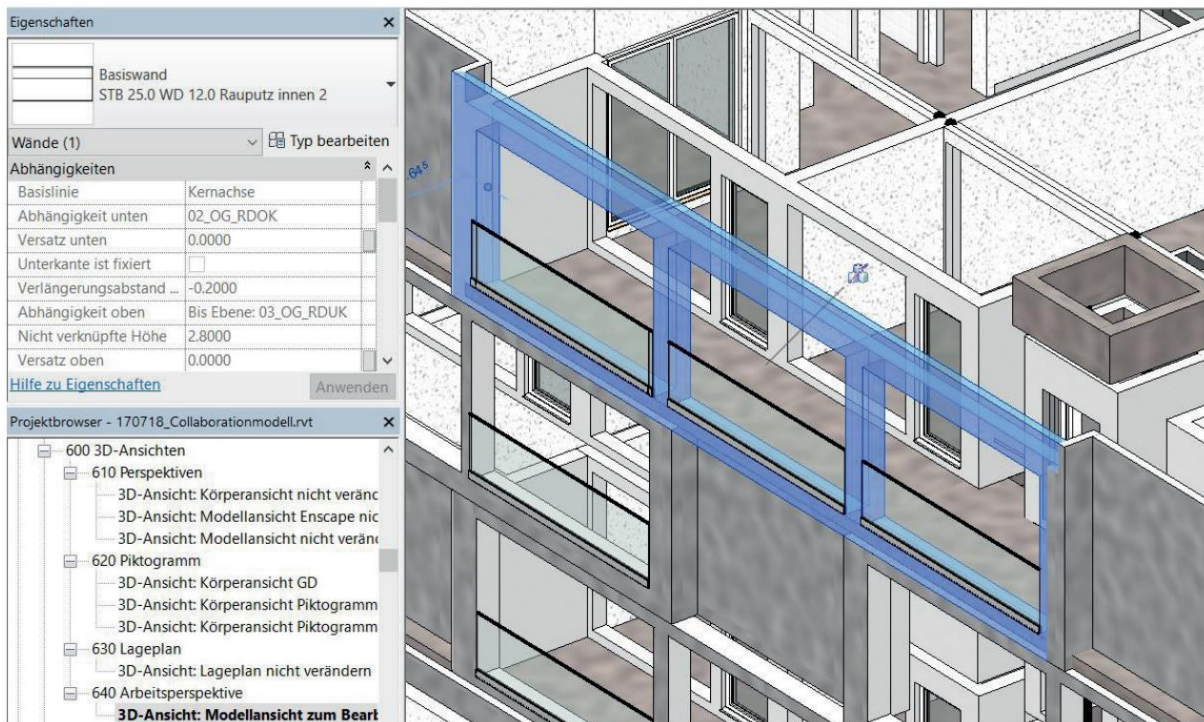
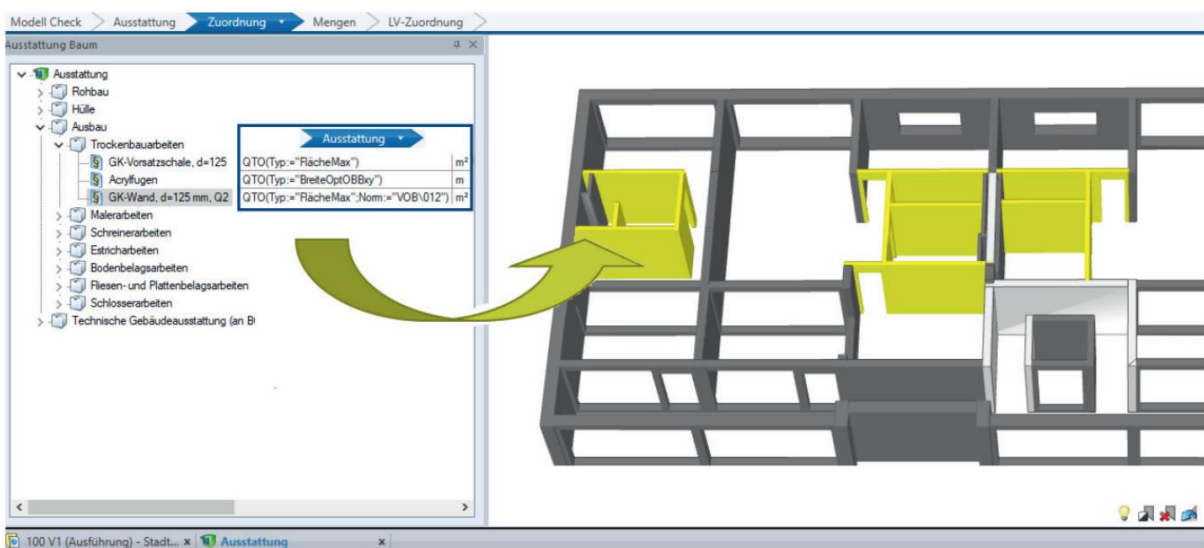


Abbildung 4: Nutzeranalyse und frühe dreidimensionale Untersuchungen zur Formfindung.²⁰

Im Verlauf des Semesters und mit zunehmender Konkretisierung der architektonischen Planung konnten dann zunehmend die Architekturstudierenden neue Einblicke hinsichtlich der Fragen, welche Punkte bei der Planung von Bauabläufen Berücksichtigung finden sollten und wie wirtschaftlich kalkuliert werden kann, erlangen. Durch intensive Schulungen zu insbesondere für die Bauausführung relevanten BIM-Anwendungsfällen, wie beispielsweise der modellbasierten Mengenermittlung, konnten die Studierenden eigenständig ihre zuvor entworfenen Gebäudedatenmodelle mit der Kalkulation verknüpfen, um verlässliche Mengen aus dem Modell zu ermitteln und den Bauablauf durch Hinterlegung entsprechender Aufwandswerte vierdimensional (3D + Zeit) zu planen. Abbildung 5 zeigt eine beispielhafte Detailplanung einer Gruppe. In Abbildung 6 werden mit Hilfe s. g. Quantity-Take-Off (QTO)-Formeln die Mengen der einzelnen modellierten Bauteile erfasst und den zugehörigen Positionen im Leistungsverzeichnis zugeordnet.

²⁰ Beispielhafte Darstellung der Ergebnisse aus dem Sommersemester 2017, Gruppe 7, Teilnehmer: Naiá Mendes Maccarini, Ferit Ögut, Eduard Reich, Süleyman Sari, Leopold Spenner, Sandy Stecher.

Abbildung 5: Dreidimensionale Detailplanung in Autodesk Revit.²¹Abbildung 6: Berechnung der Mengen der Modellobjekte durch QTO-Formeln in RIB iTWO.²²

Die Gruppen arbeiteten in diesem Semester mit den jeweils aktuellen Versionen der in Kapitel 3.1 vorgestellten Programme. Um die interdisziplinäre Zusammenarbeit und simultane Arbeit am Modell zu ermöglichen, erfolgte die Bearbeitung in der Cloud. Autodesk BIM 360 Team diente dabei als Projekt- und Kommunikationsplattform. Zur Lösung von Formfin-

²¹ Beispielhafte Darstellung der Ergebnisse aus dem Sommersemester 2017, Gruppe 7, Teilnehmer: Naiá Mendes Maccarini, Ferit Ögut, Eduard Reich, Süleyman Sari, Leopold Spenner, Sandy Stecher.

²² Beispielhafte Darstellung der Ergebnisse aus dem Sommersemester 2017, Gruppe 7, Teilnehmer: Naiá Mendes Maccarini, Ferit Ögut, Eduard Reich, Süleyman Sari, Leopold Spenner, Sandy Stecher.

dungsfragen und beispielsweise Lichteinfalls- und Verschattungsanalysen wurde Enscape eingesetzt. Dabei handelt es sich um ein Plug-In für Autodesk Revit, mit dessen Hilfe Echtzeitrenderings und Modelländerungen direkt im Virtual-Reality-Modus diskutiert werden können.

3.3 Evaluation

Zur Sicherstellung der Erreichung der geplanten Lehr- und Projektziele erfolgte eine intensive Betreuung in zusätzlich angebotenen Tutorien sowie durch mehrstufige semesterbegleitende Evaluationen. Dadurch war es möglich, sehr kurzfristig auf aufkommende Probleme einzugehen und diese zielorientiert zu lösen.

Eine große Schwierigkeit stellte sich für die Studierenden in den offen formulierten Aufgabenstellungen. Denn Lehrziel des Moduls war es, weder den perfekten Entwurf, den schnellsten Bauablauf, das nachhaltigste Gebäude oder die realistischste Kalkulation zu erarbeiten, sondern die theoretischen Grundlagen der Methode BIM zu vermitteln und den Studierenden die Herausforderungen aber auch Chancen bei der Anwendung der Methode in interdisziplinären Projektteams aufzuzeigen. Gleichzeitig wurden sie für die jeweiligen anderen Arbeitsweisen sensibilisiert und konnten Einblicke in Bereiche erhalten, die im Rahmen des eigenen Studiums nicht behandelt werden. Erst bei der realen Anwendung der kooperativen Arbeitsmethode BIM werden deren Potenziale für jeden Einzelnen deutlich spürbar.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Der Beitrag begründet auf Basis der künftig zu erwartenden Bedeutung und Entwicklung von Building Information Modeling die Notwendigkeit der Einführung von Lehrveranstaltungen zu dieser Thematik in der Hochschullehre. Nach einem kurzen Überblick über die Entstehung von Lehrangeboten zu BIM in ausgewählten Ländern wird die aktuelle Situation in Deutschland beschrieben. Etwa die Hälfte aller deutschen Hochschulen mit Bauingenieurwesen und/oder Architekturstudiengängen bieten in unterschiedlichem Umfang eine Ausbildung mit Bezug zu BIM an. Insbesondere die interdisziplinäre Anwendung der Methode wird empfohlen. Ein mögliches Konzept zur Umsetzung und Implementierung wird anschließend beispielhaft an der Entwicklung eines Moduls am KIT beschrieben und diskutiert.

Im Sommersemester 2018 wird das Modul erneut in der in Kapitel 3.2 beschriebenen Form angeboten und von etwa 40 Studierenden des Bauingenieurwesens und 20 Studierenden der Architektur in zehn interdisziplinären Gruppen belegt. Auch in diesem Semester geht es um die Schaffung von neuem Wohnraum. Unter dem Motto „Wie wollt Ihr wohnen?“ planen die einzelnen Teams in Zusammenarbeit mit der Campusentwicklung des KIT ein Studentenwohnheim auf einem zentral gelegenen Grundstück der Universität. Auch künftig ist geplant, dass das Modul weiterentwickelt wird. Insbesondere ist es von großer Bedeutung, weitere Fachdisziplinen in die Projekte einzubinden, um so eine ganzheitlichere Anwendung der Methode zu ermöglichen. Ein Schwerpunkt soll dabei auf der Berücksichtigung der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA) liegen. Insbesondere dort werden im Hinblick auf die Anwendung der Methode BIM große Potenziale erhofft. Zum einen werden Bauwerke immer komplexer. Der Anteil der Kosten für die technische Gebäudeausrüstung steigt beinah

jährlich.²³ Zum anderen wird in der TGA-Planung noch häufig nur zweidimensional geplant, gezeichnet und oftmals mit grob abgeschätzten Pauschalen in frühen Projektphasen kalkuliert, obwohl durch die 3D-Modellierung deutlich genauere Annahmen möglich wären. Darüber hinaus sind diese wichtigen Planungsdisziplinen auch in den regulären Studienverlaufsplänen häufig unterrepräsentiert, wodurch der Integration von TGA-Modellen im Rahmen der interdisziplinären Anwendung neben den klassischen Bauingenieur- und Architekturdisciplinen eine verstärkte Bedeutung zukommt.

²³ Vgl. Institut für Wohnungswesen, Immobilienwirtschaft, Stadt- und Regionalentwicklung: Entwicklung von indexierten Baupreisen im zeitlichen Verlauf, Bochum

Literaturverzeichnis**Barison/Santos (2010)**

Barison, Maria; Santos Eduardo (2010): BIM teaching strategies: an overview of the current approaches. In: Proceedings of the International Conference on Computing in Civil and Building Engineering, ICCCBE 2010, The University of Nottingham.

Brokbals/Cadež (2017)

Brokbals, Stefanie; Cadež, Ivan (2017): BIM in der Hochschullehre. Entwicklung – Status quo – Handlungsbedarf. In: Bautechnik 94, (2017), Heft 12, DOI:10.1002/bate.201700100, S.851-856.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2015)

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2015): Stufenplan Digitales Planen und Bauen.

Deubel/Haghsheno (2017)

Deubel, Maximilian; Haghsheno, Shervin (2017): Empirische Untersuchung der Anforderungen an den Arbeitsmarkt durch den Einsatz von Building Information Modeling. In: Sundermeier, M.; Meinen, H. (Hrsg.), Bauwirtschaft, Heft 1, 2017, 2. Jahrgang, S.6-9.

Deubel/Schoch/Haghsheno (2016)

Deubel, Maximilian; Schoch, Axel; Haghsheno, Shervin (2016): BIM: Anforderungen des Arbeitsmarktes. In: tHIS Fachmagazin, 8.2016, S.104-105.

DIHK (2017)

DIHK (2017): IHK-Unternehmensbarometer Digitalisierung, S.19.

InWIS

InWIS Institut für Wohnungswesen, Immobilienwirtschaft, Stadt- und Regionalentwicklung: Entwicklung von indexierten Baupreisen im zeitlichen Verlauf, Bochum.

Khorrami (2015)

Khorrami, Nahid (2015): Implementierung der Methode BIM in der Aus- und Weiterbildung in Deutschland. In: Berner, Fritz (Hrsg.), Tagungsband zum 26. BBB-Assistententreffen vom 17. – 19. Juni 2015 in Stuttgart.

Rifkin (2011)

Rifkin, Jeremy (2011): Die dritte industrielle Revolution: Die Zukunft der Wirtschaft nach dem Atomzeitalter, 1. Auflage, Campus Verlag.

Roland Berger/HypoVereinsbank (2016)

Roland Berger / HypoVereinsbank (2016): Bauwirtschaft im Wandel, Trends und Potenziale bis 2020.

McKinsey&Company (2016)

McKinsey&Company (2016): Imagining construction's digital future.

Schwab (2016)

Schwab, Klaus (2016): Die Vierte Industrielle Revolution, 4. Auflage, Pantheon Verlag.

Von Both/Koch/Kindsvater (2012)

Von Both, Petra; Koch, Volker; Kindsvater, Andreas (2012): BIM – Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan.

Bauzeitschätzung in den frühen Planungsphasen anhand projektspezifischer Referenzgebäude

A. Händler

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141054-0>

M. Eng. Andreas Händler
Institut für Baubetrieb
Universität der Bundeswehr, München
andreas.haendler@unibw.de

Inhalt

1	Einleitung	100
2	Stand der Wissenschaft und Technik	100
2.1	Gliederung: Direkte und Indirekte Verfahren	101
2.2	Zusammenfassung und kritische Würdigung der untersuchten Ansätze	103
2.2.1	Indirekte Verfahren	103
2.2.2	Direkte Verfahren.....	103
2.2.3	Schlussfolgerung	105
3	Forschungsansatz	106
3.1	Ermittlung des projektspezifischen Referenzgebäudes	107
3.1.1	Ermittlung der Grundfläche des Referenzgebäudes.....	107
3.1.2	Ermittlung möglicher Gebäudegrundrissformen und des Gebäudeumfangs	110
3.1.3	Ermittlung des dreidimensionalen Referenzgebäudes	110
3.2	Ermittlung der Bauzeit auf Grundlage des Referenzgebäudes	110
4	Zusammenfassung	111

1 Einleitung

Neben den Kosten und der Qualität stellt die Bauzeit einen der drei wichtigsten Parameter zur Bestimmung des Projekterfolgs dar. Die Einhaltung vertraglich fixierter Termine in der achten HOAI-Leistungsphase (LPH) ist dabei grundsätzlich auch von der auftraggeberseitigen Vorgabe realistischer und angemessener Bauzeiten abhängig, die in LPH 1 und 2 festgelegt werden.

Die Ermittlung der Bauzeit kann nach der Erstellung der ersten Bauentwürfe (LPH 2) anhand von Ablaufplänen erfolgen, deren Prozessdauern auf der Grundlage von Fertigungsmengen und Aufwands- bzw. Leistungswerten¹ bestimmt werden können. Jedoch sind die hierfür notwendigen Informationen vor der Erstellung des ersten Bauentwurfs (LPH 1) noch unzureichend, insbesondere aufgrund der noch nicht bekannten Fertigungsmengen. Deshalb wurden mehrere Ansätze entwickelt, die eine Bauzeitschätzung auf der Grundlage „einfacher“ Bezugsgrößen, wie z. B. der geschätzten Baukosten, dem BRI und/oder der Gebäudegrundfläche ermöglichen sollen. Aber auch bei vorliegendem Bauentwurf werden auftraggeberseitig häufig vereinfachte Ansätze bevorzugt. Die Betrachtung des eigentlichen Bauprozesses, der zur Bestimmung realistischer Bauzeiten von fundamentaler Bedeutung ist, findet dabei erst durch den Auftragnehmer statt.

Eine Untersuchung des Verfassers hat ergeben, dass die entwickelten Regressionsmodelle, die auf empirischen Auswertungen abgeschlossener Bauprojekte beruhen, zur Bauzeitschätzung ungeeignet sind, da diese zum Teil baubetrieblichen Grundsätzen widersprechen (vgl. Kapitel 2.2).

Deshalb wird ein neues Verfahren zur Ermittlung realistischer und angemessener Bauzeiten entwickelt, das anhand der Vorgaben zur Objektplanung in LPH 1 zunächst ein für die Typologie wahrscheinliches Referenzgebäude generiert und dieses als Grundlage zur Erstellung eines Ablaufplans in Form eines Netzplans verwendet. In LPH 2 und 3 kann die ermittelte Bauzeit anhand des tatsächlichen Gebäudeaufbaus überprüft und bei Bedarf mit Hilfe des Verfahrens angepasst werden. Obwohl zunächst auf die Rohbauphase von Büro- und Verwaltungsgebäuden beschränkt, kann die Methodik auch auf weitere Bauwerksarten und/oder Gewerke übertragen werden.

Der vorliegende Beitrag stellt eine Weiterentwicklung des Beitrags von Händler/Schwarz (2017) dar.

2 Stand der Wissenschaft und Technik

Die nachfolgende Darstellung beschränkt sich auf die Zusammenfassung und kritische Würdigung der gesichteten Verfahren. Für die ausführliche Darstellung des Stands der Wissenschaft und Technik sei an dieser Stelle auf Händler/Schwarz (2017) verwiesen.

¹ Eine Vielzahl von Veröffentlichungen, wie z.B. Institut für Zeitwirtschaft und Betriebsberatung Bau (2016), enthalten Aufwands- und Leistungswerte zu verschiedensten Bauprozessen.

A. Händler

Die gesichteten Verfahren dienen der Ermittlung der Rohbauzeit, Gesamtbauzeit oder Gesamtprojektdauer einschließlich Planung. Zur generellen Bewertung der entwickelten Ansätze ist diese Tatsache jedoch unerheblich.

2.1 Gliederung: Direkte und Indirekte Verfahren

Zunächst können ressourcenabhängige Indirekte Verfahren und ressourcenunabhängige Direkte Verfahren unterschieden werden. Indirekte Verfahren können in rechnerische und graphische Methoden und Direkte Verfahren in Abhängigkeit von der jeweils zugrundeliegenden Bezugsgröße gegliedert werden (vgl. Abbildung 1).

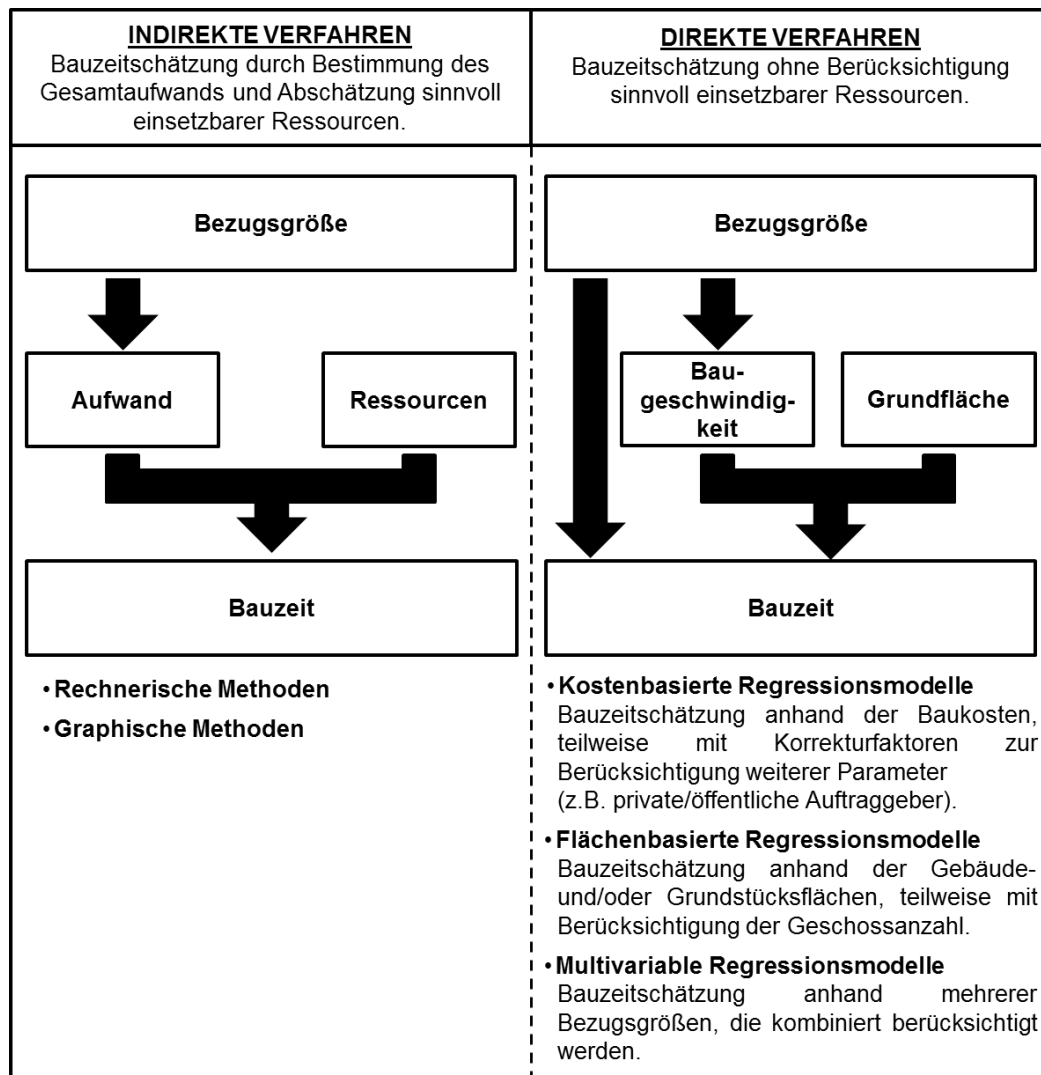


Abbildung 1: Indirekte und Direkte Verfahren zur Bauzeitschätzung (Definition und Gliederung)²

Während in der deutschsprachigen Literatur die ressourcenabhängigen Indirekten Verfahren überwiegen, stellen in der englischsprachigen Literatur die Direkten Verfahren den Regelfall dar. Einige Ansätze sind exemplarisch in Tabelle 2 dargestellt.

² Vgl. Händler/Schwarz (2017), S. 233 ff.; die angegebene Gliederung beschreibt die gesichtete Literatur.

Tabelle 1: Direkte und Indirekte Verfahren zur Bauzeitschätzung (Exemplarische Auszüge)³

Quelle	Aufwandsfunktion/Zeitbedarfsfunktion	Erläuterungen	INDIREKTE VERFAHREN	DIREKTE VERFAHREN		
			RECHNERISCHE METHODEN	KOSTENBASIERTE MODELLE	FLÄCHENBASIERTE MODELLE	MULTIVARIABLE MODELLE
Hruschka (1969), Abschnitt 3.32	$w_{Rb} = 0,68 + 3,88 \cdot g$	w_{Rb} – Stundenaufwand (Rohbau) [Ah/(m³BR)] g – verbautes Baustoffgewicht [Mp/(m³BR)]				
Platz (1982), S. 97 f	Allgemein: $w_{Stb} = f \cdot (s \cdot w_{Sch} + 0,001 \cdot f_e \cdot w_{Bew} + w_{Bet}) \cdot z$ Vereinfacht durch Ansatz durchschn. Verhältnisse für Schal-, Bewehrungs- und Betonarbeiten: $w_{Stb} = f \cdot (1,50 \cdot s + 4,0) \cdot z$	w_{Stb} – Stundenaufwand (Stahlbetonarbeiten) [Ah/(m³BR)] s – Schalungsanteil [m²Schalung/m³Beton] w_{Sch} , w_{Bew} , w_{Bet} – Aufwandswerte f. Schalen (Sch) [h/m²], Bewehren (Bew) [h/to] und Betonieren (Bet) [h/m³Beton] z – Zuschlag für Einrichten und Räumen BE sowie sonstige Arbeiten [-] f_e – Bewehrungsanteil [kg/m³Beton] f – Feststoffanteil [m³Baustoff/m³BR]		T – Bauzeit [AT] K – generelle Leistung in AT zur Abwicklung eines Bauprojekts mit Baukosten von 1,0 Mio. Währungseinheiten C – Baukosten [Mio. AUD bzw. NGN] B – Verhältnis zwischen genereller Leistung und Projektgröße gemessen an den Kosten	T – Bauzeit [AT] L – generelle Leistung in AT zur Fertigstellung einer Grundfläche von 1,0 m² A – Grundfläche [m²] M – Verhältnis zwischen genereller Leistung und Projektgröße gemessen an der Grundfläche CA – Baufläche einschließlich Arbeits- und Lagerflächen [m²] $NFAG$ – Anzahl oberirdischer Geschosse [-] $NFBG$ – Anzahl unterirdischer Geschosse [-]	T' – Baugeschwindigkeit [m²BGF/Monat] GFA – "Gross Floor Area" [m²] $Floors$ – Geschossanzahl [-] C – Baukosten [EUR] $Type$ – Korrekturfaktor für Gebäudeart (1,313 für Einfamilienhäuser; 0,687 für Gewerbebauten; 1,0 für alle übrigen Hochbauten) $GEFA$ – "Gross External Floor Area" [m²]
Greiner/Mayer/Stark (2009), S. 155 ff	Vereinfacht durch Ansatz durchschn. Verhältnisse für Schal-, Bewehrungs- und Betonarbeiten: $w_{Stb} = 0,12 \cdot (s + 3,40)$					
Bromilow (1969), S. 73 f	Allgemein: $T = K \cdot C^B$ Hochbau in Australien (C in Mio. AUD): $T = 350 \cdot C^{0,30}$					
Ogunsemi/Jagboro (2006), S. 257	Hochbau in Nigeria; Alle Projekte (C in NGN): $T = 118,563 - 0,401 \cdot C$ (für $C \leq 408$) $T = 603,427 + 0,610 \cdot C$ (für $C > 408$)					
Kumaraswamy/Chan (1995), S. 212, 215	Allgemein: $T = L \cdot A^M$ Alle öffentlichen Projekte: $T = 89,8 \cdot A^{0,203}$					
Jarkas (2016), S. 4, 6	Bürogebäude: $T = 453,97 + 0,0103 \cdot CA + 1,92 \cdot NFAG + 58,54 \cdot NFBG$					
Guerrero/Villacampa/Montoyo (2014), S. 865, 872	$T' = 0,474 \cdot GFA^{0,148} \cdot Floors^{0,120} \cdot \left(\frac{C}{GFA} \right)^{0,359} \cdot Type$					
Stoy/Dreier/Schalcher (2007), S. 60	$\ln(T') = 4,753 + 0,0002 \cdot GEFA - 0,001 \cdot \frac{C}{GEFA}$					

³ Eigene Darstellung.

2.2 Zusammenfassung und kritische Würdigung der untersuchten Ansätze

2.2.1 Indirekte Verfahren

Zusammenfassend ist erkennbar, dass die gesichteten deutschsprachigen Veröffentlichungen häufig auf „Erfahrungswerten“ beruhen, deren Herkunft und Genauigkeit nicht weiter belegt wurden oder aufgrund der vergleichsweise geringen Anzahl des Datenmaterials nicht aussagekräftig sind.⁴

Bei den rechnerischen Methoden ergeben sich z. B. bei der Aufwandsfunktion für die Bewehrungsarbeiten nach Greiner/Mayer/Stark (2009) eindeutige Widersprüche.⁵ Diese führt für alle in der Baupraxis gängigen Stabdurchmesser zu negativen Aufwandswerten.

Die Anwendung der graphischen Methode von Sommer (2009) ist, aufgrund der hierin nicht näher spezifizierten Schwierigkeitsgrade „einfach“, „mittel“, „schwierig“ und „sehr schwierig“ und dem nicht definierten Anwendungsbereich (Stahlbeton- und/oder Mauerwerksbau),⁶ nicht zweifelsfrei möglich. Die Ergebnisse sind deshalb unmittelbar von der subjektiven Einschätzung der Eingangsdaten durch den Anwender abhängig. Bei der Entwicklung des neuen Verfahrens zur Bauzeitschätzung ist zwingend auf eine eindeutige und objektive Anwendbarkeit zu achten.

2.2.2 Direkte Verfahren

Im Gegensatz zu den Indirekten Verfahren, erfolgt die Bauzeitschätzung bei den Direkten Verfahren ohne die Berücksichtigung der Ressourcenanzahl. Weitere Parameter, die neben der Ressourcenanzahl einen unbestreitbaren Einfluss auf die Bauzeit haben können, sind z. B. die eingesetzten Fertigungsverfahren, der Bauablauf, die Gebäudegrundfläche, die Geschossanzahl, die Qualität der Planung, etc.

Die gesichteten Direkten Verfahren beruhen auf statistischen Auswertungen abgeschlossener Bauprojekte, ohne jedoch Ressourcenanzahl, Fertigungsverfahren und weitere zuvor genannte Parameter bei der Datenanalyse näher zu berücksichtigen. Da bei der Entwicklung der Regressionsmodelle die jeweiligen Bezugsgrößen lediglich auf die tatsächliche Bauzeit bezogen wurden, werden auch lediglich die tatsächlich eingesetzten Ressourcen und nicht die Ressourcenanzahl zugrunde gelegt, die zur wirtschaftlichen Umsetzung der Bauaufgabe zweckmäßig wäre. Dementsprechend kann nicht davon ausgegangen werden, dass die entwickelten Regressionsmodelle grundsätzlich dazu geeignet sind, um angemessene oder wirtschaftliche Bauzeiten zu ermitteln.

Kostenbasierte Regressionsmodelle

Mit Ausnahme des Ansatzes von Ogunsemi/Jagboro (2006), führen steigende Baukosten bei allen gesichteten Regressionsmodellen zu höheren Bauzeiten (vgl. Tabelle 1).⁷ Da je nach

⁴ Vgl. z.B. Sommer (2009), S. 110; Drees/Spranz (1976), S. 86 f.

⁵ Vgl. Greiner/Mayer/Stark (2009), S. 158.

⁶ Vgl. Sommer (2009), S. 110.

⁷ Vgl. Ogunsemi/Jagboro (2006), S. 257.

Fertigungsverfahren allerdings kürzere Bauzeiten bei höheren Baukosten realisiert werden können (z. B. Einsatz von Fertigteilen), führt dies zu Widersprüchen bei der baubetrieblichen Analyse der Regressionsmodelle. Gleiches gilt für Änderungen des Bauentwurfs zur Kostenreduzierung, aus denen keine Änderung der Bauzeit resultiert (z. B. Material a statt Material b).

Wenn die Baukosten überhaupt als sinnvolle Bezugsgröße verwendet werden können, so sind diese nach Ansicht des Verfassers differenzierter zu betrachten. Einzig Dursun/Stoy (2012) nehmen bei ihrer Untersuchung eine differenzierte Betrachtung der Kosten vor.⁸ In den übrigen Veröffentlichungen sind die in den Baukosten enthaltenen Kostenanteile nicht näher spezifiziert.

Grundsätzlich gilt, dass die Ermittlung der (tatsächlichen) Bauzeit auf der Grundlage statistischer Auswertungen abgeschlossener Projekte, zwingend auf der Grundlage der tatsächlichen Baukosten und nicht der geplanten Baukosten erfolgen muss. Andernfalls würden zusätzliche Leistungen, Nachträge, Störungen usw. zwar die Bauzeit, nicht aber die Baukosten beeinflussen, die bei der Modellbildung zugrunde gelegt werden. Dennoch wird z. B. von Czarnigowska/Sobotka (2013) und Sousa et al. (2014) die Auffassung vertreten, dass die geplanten Kosten bei der Modellentwicklung die geeignete Bezugsgröße darstellen.⁹

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass kostenbasierte Regressionsmodelle währungsabhängig und damit landesspezifisch anzupassen sind. Aufgrund der genannten Widersprüche, scheinen sie zur Bauzeitschätzung ungeeignet. Zwar wurden von vielen Autoren bereits vielversprechende Ergebnisse vorgestellt, die jedoch nach Ansicht des Verfassers nicht abschließend auf Stringenz geprüft wurden. Hier wird beispielhaft auf das Regressionsmodell von Ogunsemi/Jagboro (2006) in Tabelle 1 verwiesen, das zur weiteren Anwendung in der Baupraxis vorgeschlagen wurde, allerdings für den Kostenbereich von ca. 296 bis 408 Mio. NGN¹⁰ negative Bauzeiten liefert.

Flächenbasierte Regressionsmodelle

Obwohl der Begriff „Floor Area“ in der englischsprachigen Literatur als Sammelbegriff¹¹ verwendet wird, verwenden Kumaraswamy/Chan (1995) diesen als Bezugsgröße ihres flächenbasierten Regressionsmodells (vgl. Tabelle 1) ohne diesen näher zu definieren.¹² Da weiterhin die Geschossanzahl unberücksichtigt bleibt, kann daraus geschlossen werden, dass von einer Baugeschwindigkeit ausgegangen wird, die unabhängig von der Geschossanzahl ist. Da die Gebäudegrundfläche und Geschossanzahl allerdings maßgeblichen Einfluss auf die Anzahl der einsetzbaren Ressourcen und damit auf die

⁸ Kostengliederung gemäß DIN 276-1 (2008) nach Kostengruppen (vgl. Dursun/Stoy (2012), S. 449).

⁹ Vgl. Czarnigowska/Sobotka (2013), S. 522 ff.; Sousa et al. (2014), S. 2.

¹⁰ NGN = Nigerianische Naira.

¹¹ Z. B. für „Gross Floor Area“, „Gross Internal Area“ und „Net Internal Area“ usw. (vgl. ANSI/ASHRAE 105-2007 (2012); Valuation Office Agency (2012)).

¹² Vgl. Kumaraswamy/Chan (1995), S. 212.

A. Händler

Bauzeit haben, widerspricht das entwickelte Regressionsmodell baubetrieblichen Grundsätzen (vgl. Abbildung 2).

$$BGF_1 = BGF_2 = BGF_3$$

$$BRI_1 = BRI_2 = BRI_3 \text{ (für } h_G = \text{const.)}$$

Max. einsetzbare Ressourcen: $R_1 > R_2 > R_3$

Min. Bauzeit: $T_1 < T_2 < T_3$

(für identische Fertigungsverfahren)

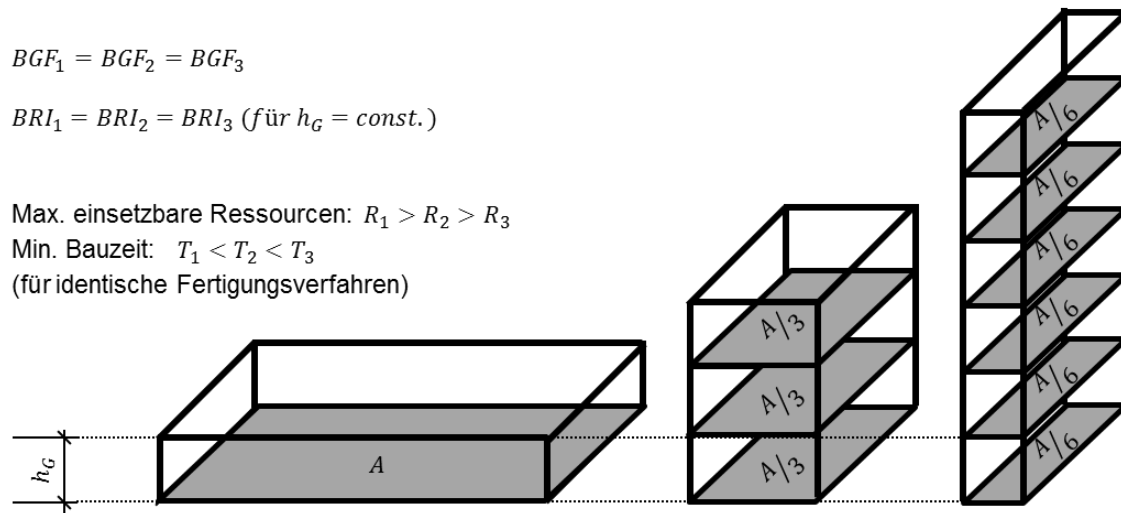


Abbildung 2: Schema unterschiedlicher Verteilung der BGF und Auswirkung auf die maximale Anzahl einsetzbarer Ressourcen und die Bauzeit¹³

Das von Jarkas (2016) entwickelte Regressionsmodell (vgl. Tabelle 1) berücksichtigt die Anzahl ober- und unterirdischer Geschosse, die allerdings nicht auf die Gebäudegrundfläche bezogen wurden.¹⁴ Vielmehr führen zusätzliche ober- bzw. unterirdische Geschosse zu einer linearen Steigerung der Bauzeit um ca. 2 bzw. ca. 59 Arbeitstage (AT). Weiterhin wird die Baufläche einschließlich Arbeits- und Lagerflächen in Ansatz gebracht, nicht aber die eigentliche Gebäudegrundfläche. Abschließend ist ersichtlich, dass das Regressionsmodell, aufgrund der enthaltenen Konstante, keine Bauzeiten unter 454 AT abbilden kann.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass flächenbasierte Regressionsmodelle, wenn überhaupt, nur bei Berücksichtigung der Gebäudegrundfläche, unter Bezug auf die Geschossanzahl, sinnvolle Ergebnisse liefern können.

Multivariable Regressionsmodelle

Eine analoge Plausibilitätsprüfung multivariabler Regressionsmodelle ist, aufgrund ihrer Komplexität, nicht zweifelsfrei möglich. Da diese jedoch, neben weiteren Bezugsgrößen, insbesondere die Baukosten und Gebäudegrundflächen berücksichtigen, ist auch deren Anwendbarkeit aus Sicht des Verfassers anzuzweifeln.

2.2.3 Schlussfolgerung

Aufgrund der vorangegangenen Betrachtung sind die ressourcenabhängigen Indirekten Verfahren nach Ansicht des Verfassers grundsätzlich ein besser geeignetes Instrument, um eine adäquate Bauzeitschätzung in den frühen Planungsphasen durchführen zu können.

¹³ Händler/Schwarz (2017), S. 241.

¹⁴ Vgl. Jarkas (2016), S. 4, 6.

Hierzu muss allerdings eine Darstellung der zugrunde liegenden Daten sowie die zweifelsfreie und objektive Anwendung der Verfahren ermöglicht werden. Da bei der Entwicklung der gesichteten Regressionsmodelle eine Vielzahl möglicher bauzeitbestimmender Randbedingungen nicht oder nicht eindeutig beachtet wurden und diese teilweise baubetrieblichen Grundzusammenhängen widersprechen, ist deren Anwendbarkeit grundsätzlich in Frage zu stellen.

3 Forschungsansatz

In Abbildung 3 ist der grundsätzliche Ablauf des neu entwickelten Bauzeitschätzungsverfahrens dargestellt.

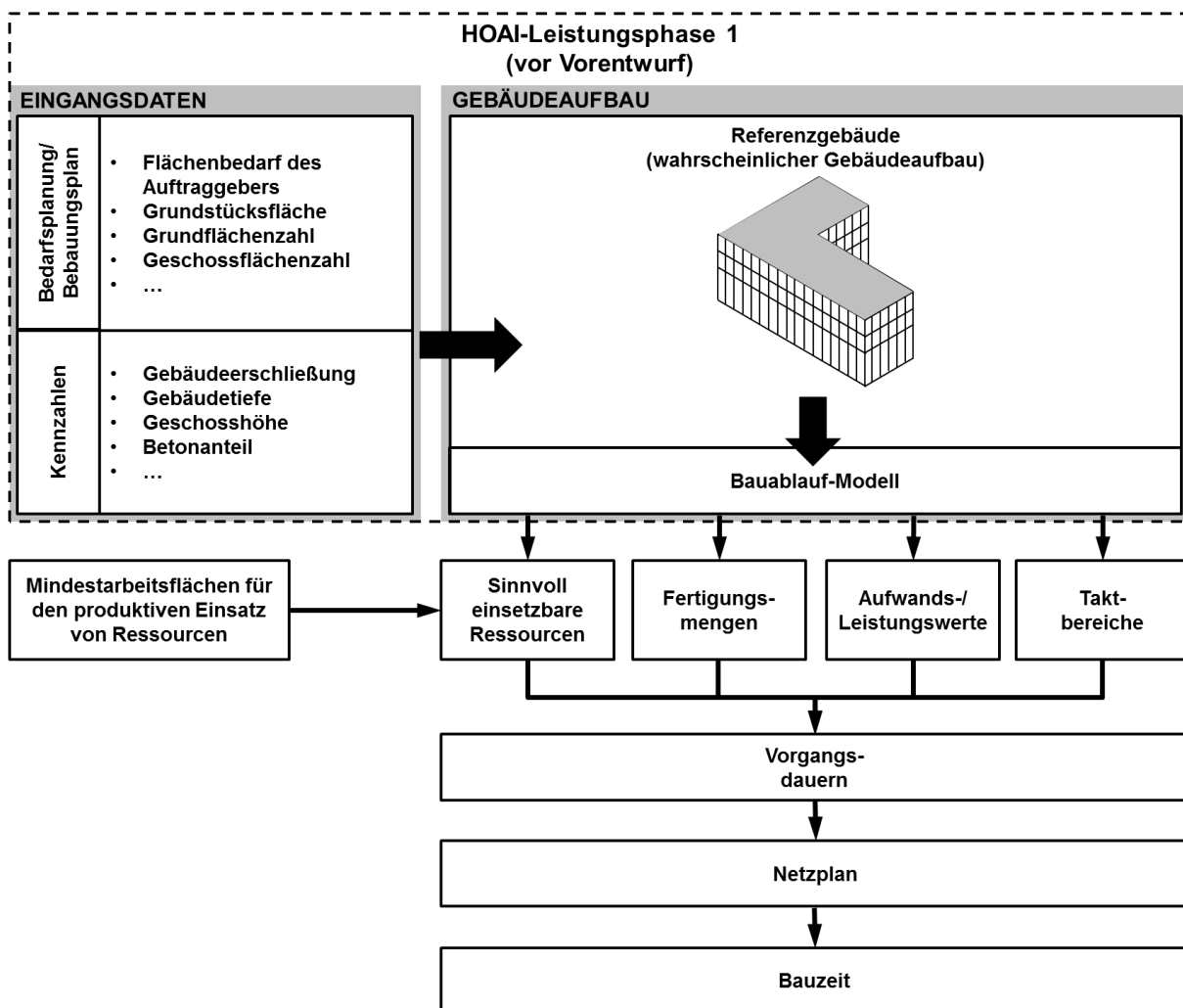


Abbildung 3: Ablauf des neuen Bauzeitschätzungsverfahrens¹⁵

Bei vorliegendem Bauentwurf kann die Bauzeit anhand von Aufwands- bzw. Leistungswerten, Fertigungsmengen und Ressourcenanzahl, den daraus resultierenden Vorgangsdauern und Anordnungsbeziehungen, aus einem Netzplan ermittelt werden. Da in LPH 1 allerdings noch kein Bauentwurf vorliegt, erfolgt die Entwicklung des Netzplans auf

¹⁵ In Anlehnung an Händler/Schwarz (2017), S. 242.

Grundlage eines projektspezifischen Referenzgebäudes, das anhand der Projekt-Eingangsdaten entwickelt wird, und eines Bauablauf-Modells, das zuvor festgelegte potentiell bauzeitbestimmende Vorgänge enthält.

3.1 Ermittlung des projektspezifischen Referenzgebäudes

Als Grundlage des Referenzgebäudes dienen die Bedarfsplanung des Auftraggebers¹⁶, die Vorgaben des Bebauungsplans und Kennzahlen, die sich aus den Projekt-Eingangsdaten ergeben. Die Entwicklung des Referenzgebäudes erfolgt grundsätzlich in drei Schritten, deren jeweilige Abläufe einschließlich Berechnungen, in Abbildung 4 bis Abbildung 6 dargestellt sind und nachfolgend erläutert werden.

3.1.1 Ermittlung der Grundfläche des Referenzgebäudes

Im ersten Schritt erfolgt die Ermittlung der Grundfläche des Referenzgebäudes (vgl. Abbildung 4), anhand der Bedarfsplanung, der Vorgaben des Bebauungsplans und einer projektspezifischen Kennzahlen zur Festlegung der zweckmäßigen Geschosshöhe¹⁷, in Abhängigkeit vom vorgesehenen Bürotyp (z. B. Einzel- oder Großraumbüros) und Installationsgrad (z. B. Unterdecke mit oder ohne Lüftungstechnik).

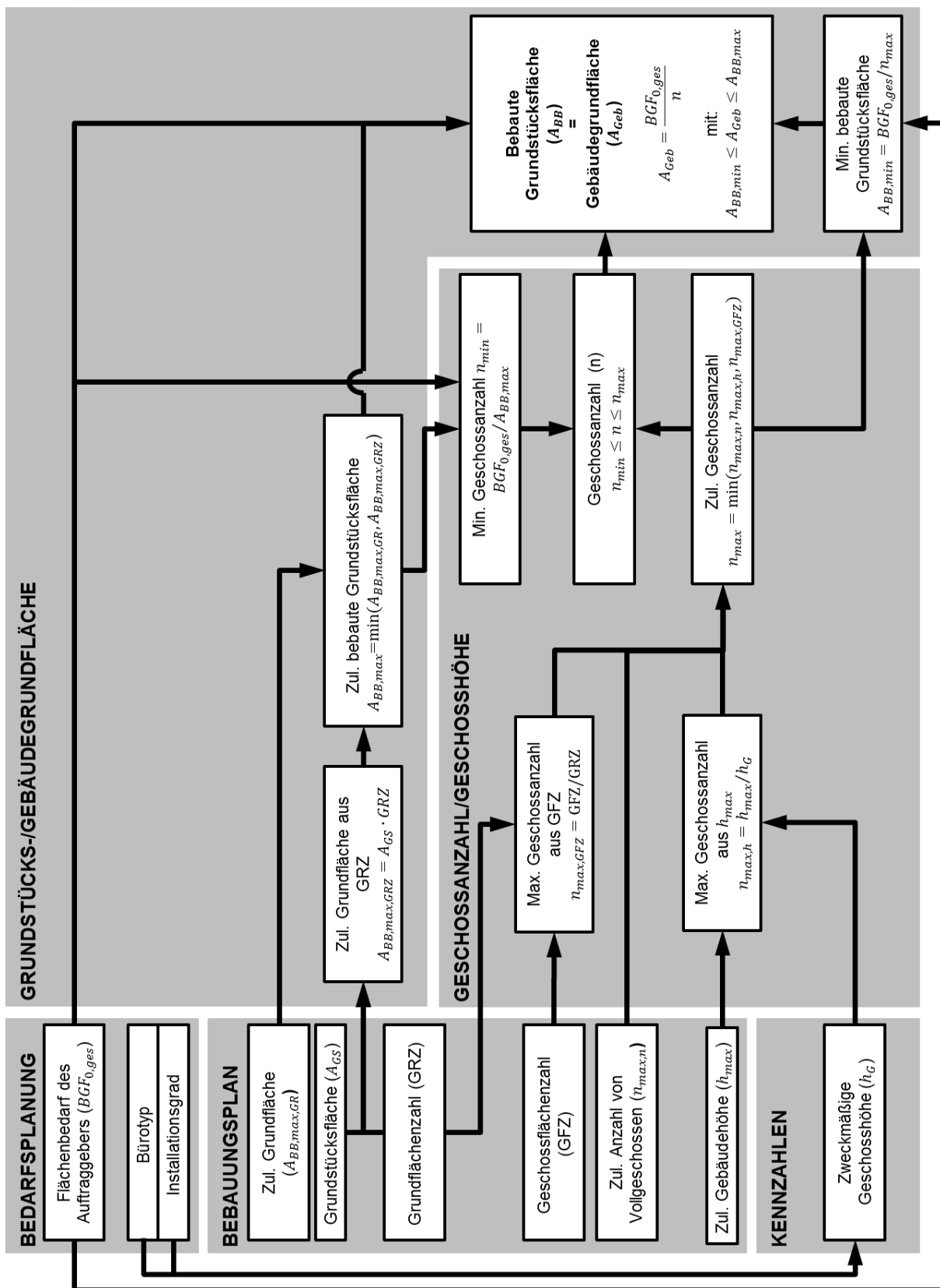
Aus der zulässigen Anzahl von Vollgeschossen, der Grund- und Geschossflächenzahl sowie der zulässigen Gebäudehöhe, in Kombination mit der zweckmäßigen Geschosshöhe, lässt sich die zulässige Geschossanzahl ermitteln. Die minimale Geschossanzahl ergibt sich aus dem Flächenbedarf des Auftraggebers und der zulässigen bebauten Grundstücksfläche, die aus dem Minimalwert des Produkts der Grundstücksfläche und Grundflächenzahl oder der zulässigen Grundfläche gemäß Bebauungsplan resultiert. Die festgelegte Geschossanzahl muss zwischen der minimalen und zulässigen Geschossanzahl liegen, sofern das Baugrundstück zur Deckung des Flächenbedarfs des Auftraggebers geeignet ist. Die minimale bebaute Grundstücksfläche resultiert aus dem Flächenbedarf des Auftraggebers und der zulässigen Geschossanzahl.

Die Grundfläche des Referenzgebäudes ergibt sich aus dem Flächenbedarf des Auftraggebers und der Geschossanzahl, wobei eine einfache kubische Gebäudeform¹⁸ zugrunde gelegt wird. Diese muss innerhalb der berechneten minimalen und zulässigen bebauten Grundstücksfläche liegen.

¹⁶ Hierbei kann auch die Ausschöpfung des maximal zulässigen Maßes der baulichen Nutzung zugrunde gelegt werden (z. B. Investorenvorgabe).

¹⁷ Wenn nachfolgend nicht explizit angegeben, bezieht sich der Begriff „Geschosshöhe“ auf die Höhe der Regelgeschosse.

¹⁸ D. h. Flachdächer und senkrecht verlaufende Fassaden. Unter Umständen kann sich bei der Entwicklung des Referenzgebäudes auch ein Staffelgeschoss ergeben.

Abbildung 4: Schritt 1 – Ablaufschema zur Ermittlung der Grundfläche des Referenzgebäudes¹⁹¹⁹ Eigene Darstellung.

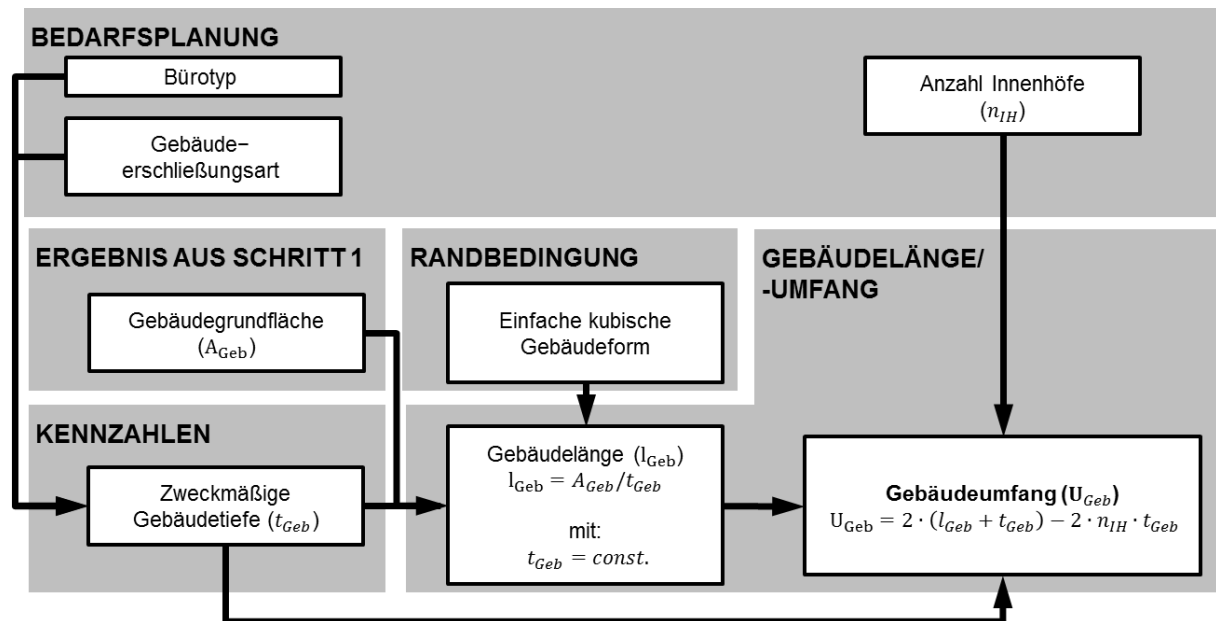


Abbildung 5: Schritt 2 – Ermittlung möglicher Gebäudegrundrissformen und des Gebäudeumfangs²⁰

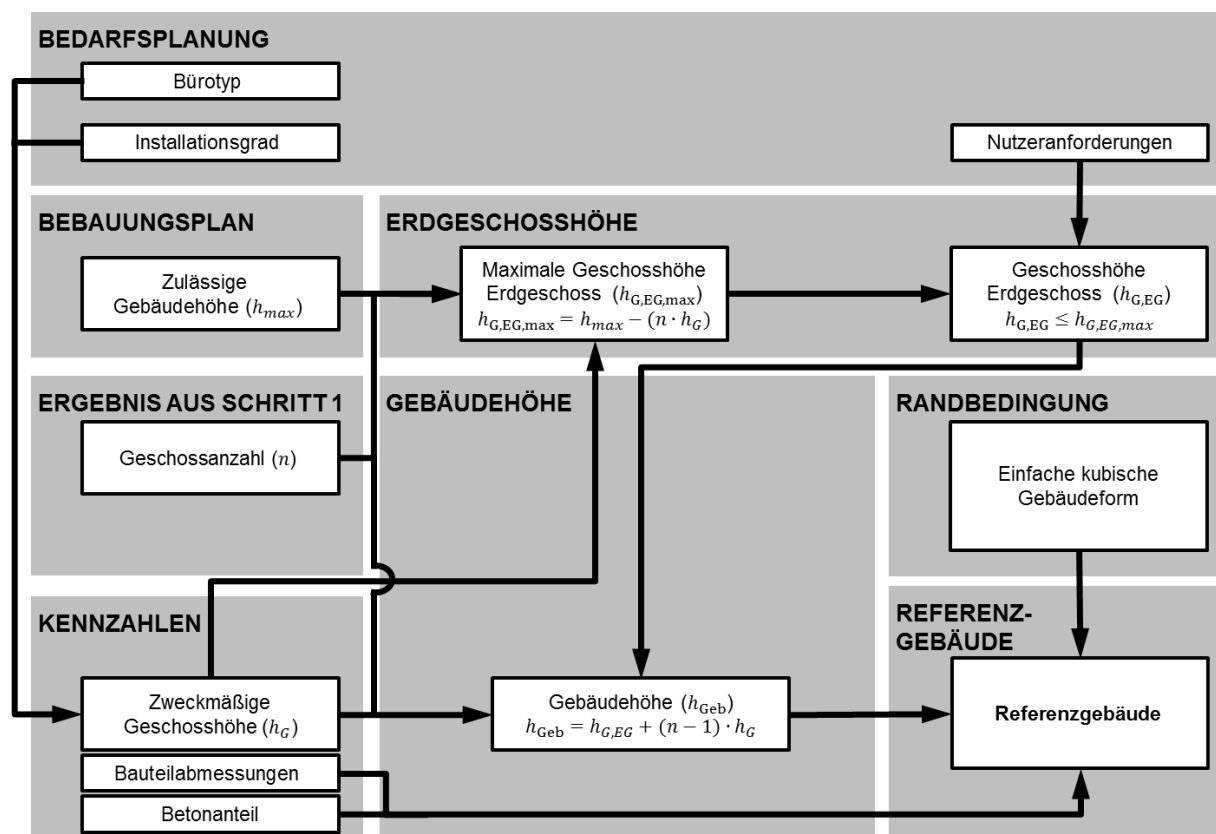


Abbildung 6: Schritt 3 – Ermittlung des dreidimensionalen Referenzgebäudes²¹

²⁰ Eigene Darstellung.

²¹ Eigene Darstellung.

3.1.2 Ermittlung möglicher Gebäudegrundrissformen und des Gebäudeumfangs

Im zweiten Schritt erfolgt die Ermittlung möglicher Gebäudegrundrissformen und des Gebäudeumfangs (vgl. Abbildung 5), anhand der Bedarfsplanung, zuvor berechneter Ergebnisse und einer projektspezifischen Kennzahl zur Festlegung einer zweckmäßigen Gebäudetiefe, in Abhängigkeit vom vorgesehenen Bürotyp und der Erschließungsart (z. B. ein- oder zweibündig).

Da eine einfache kubische Gebäudeform zugrunde gelegt wird, kann die Gebäudelänge anhand der zuvor ermittelten Gebäudegrundfläche und der zweckmäßigen Gebäudetiefe bestimmt werden. Der Gebäudeumfang, der sich unter anderem auf die Fertigungsmengen der Fassadenflächen auswirkt, ist unter der genannten Randbedingung von der tatsächlichen Gebäudeform unabhängig und ergibt sich aus der Gebäudetiefe und -länge sowie der Anzahl der baulich vollumfänglich umschlossenen Innenhöfe. Die Notwendigkeit von Innenhöfen, beispielsweise aufgrund beengter Platzverhältnisse auf dem Baugrundstück, ist bei der Festlegung der Gebäudeform zu prüfen.

3.1.3 Ermittlung des dreidimensionalen Referenzgebäudes

Im dritten Schritt erfolgt die Ermittlung des dreidimensionalen Referenzgebäudes (vgl. Abbildung 6), anhand der Bedarfsplanung, der Vorgaben des Bebauungsplans, zuvor berechneter Ergebnisse und projektspezifischer Kennzahlen zur Festlegung der Geschosshöhe, Bauteilabmessungen und des Betonanteils²².

Bei der Berechnung der Geschossanzahl wurde zuvor davon ausgegangen, dass alle Geschosse als Regelgeschosse vorgesehen sind, weshalb sich Reserven bei der Festlegung der Geschosshöhe des Erdgeschosses ergeben können. Die maximale Geschosshöhe des Erdgeschosses ergibt sich aus der zulässigen Gebäudehöhe, Geschossanzahl und Geschosshöhe der Regelgeschosse und dient als Grenzwert. Anhand der daraus resultierenden Gebäudehöhe und den angegebenen Kennzahlen können das Referenzgebäude entwickelt und die Fertigungsmengen bestimmt werden.

3.2 Ermittlung der Bauzeit auf Grundlage des Referenzgebäudes

Auf Grundlage des Referenzgebäudes kann die Bauzeitermittlung, wie in Abbildung 3 dargestellt, durchgeführt werden.

Die Anzahl der sinnvoll einsetzbaren Ressourcen ergibt sich anhand des Referenzgebäudes und aus Kennzahlen zu Mindestarbeitsflächen.²³ Gleichzeitig sind für die potentiell bauzeitbestimmenden Vorgänge des Bauablauf-Modells sinnvolle Taktbereiche festzulegen, um z. B. zweckmäßige Schalungs-Vorhaltemenge zu berücksichtigen. Zur Ermittlung der Taktbereichanzahl pro Geschoss kann z. B. die Gesamtbetonmenge einzelner Bauabschnitte, die i. d. R. in einem Abschnitt betoniert werden (z. B. Wände und Stützen), durch die erreichbare

²² Anteil des Stahlbeton-Volumens im Verhältnis zum BRI.

²³ Die Mindestarbeitsfläche ist als diejenige Fläche definiert, die eine Arbeitskraft zur Erreichung der „Normal-Produktivität“ durchschnittlich benötigt (vgl. Hofstadler (2014), S. 68). Eine Zusammenfassung zur Ermittlung von Mindestarbeitsflächen findet sich z.B. in Hofstadler (2014), S. 459 ff.).

Einbaumenge pro Kolonne dividiert werden. Die daraus resultierende Taktung wird dann auch auf die Schalungs- und Bewehrungsarbeiten übertragen. Eine Erhöhung der zugrunde gelegten Kolonnenanzahl kann insbesondere bei einer hohen Taktbereichanzahl sinnvoll sein.

Aus den festgelegten Taktbereichen, der Anzahl der sinnvoll einsetzbaren Ressourcen, den entsprechenden Aufwands- und Leistungswerten sowie den Fertigungsmengen können die Dauern der Vorgänge berechnet werden, die im Bauablauf-Modell als potentiell bauzeitbestimmend angegeben sind. Daraus lässt sich anschließend der Netzplan entwickeln, aus dem die Bauzeit resultiert.

4 Zusammenfassung

Das Ergebnis ist ein Verfahren, das bereits in LPH 1 eine nachvollziehbare, eindeutig anwendbare, realistische und dokumentierte Bauzeitschätzung bei einem wirtschaftlichen Ressourceneinsatz ermöglicht. Weiterhin werden baubetriebliche Widersprüche, anders als bei einer Vielzahl der gesichteten Literatur (vgl. Kapitel 2.2), aufgrund der baupraktischen Orientierung des Verfahrens ausgeschlossen.

Die Verifizierung des Verfahrens kann nach Abschluss der Entwicklung mit Hilfe abgeschlossener Bauprojekte in zwei Stufen erfolgen. Nach Entwicklung des projektspezifischen Referenzgebäudes, kann zunächst ein Vergleich zwischen dem Referenzgebäude und dem tatsächlichen Bauobjekt erfolgen (z. B. Geschosshöhen, Fertigungsmengen, usw.). Anschließend können die aus dem ursprünglichen und gegebenenfalls angepassten Referenzgebäude resultierenden Bauzeiten der tatsächlichen Bauzeit gegenübergestellt werden.

Das entwickelte Verfahren kann, obwohl zunächst auf die Rohbauarbeiten von Büro- und Verwaltungsgebäuden beschränkt, auch auf andere Bauwerksarten übertragen und/oder um zusätzliche Gewerke erweitert werden.

Literaturverzeichnis**ANSI/ASHRAE 105-2007 (2012)**

American National Standard Institute; American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers: ANSI/ASHRAE Addenda a and b to ANSI/ASHRAE Standard 105-2007 – Standard Methods of Measuring, Expressing and Comparing Building Energy Performance. 2012.

Bromilow (1969)

Bromilow, F.J.: Contract Time Performance Expectations and the Reality. In: Building Forum, September 1969, S. 70-80.

Czarnigowska/Sobotka (2013)

Czarnigowska, A.; Sobotka, A.: Time-Cost Relationship for Predicting Construction Duration. In: Archives of Civil and Mechanical Engineering, 19, 2013, S. 518-526.

Verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.1016/j.acme.2013.05.004>, *Zugriff:* 09.03.2016.

DIN 276-1 (2008)

DIN 276-1: Kosten im Bauwesen – Teil 1: Hochbau. Deutsches Institut für Normung. Berlin: Beuth Verlag, Dezember 2008.

Dursun/Stoy (2012)

Dursun, O.; Stoy, C.: Determinants of Construction Duration for Building Projects in Germany [Elektronische Version]. In: Engineering, Construction and Architectural Management, 19 (4), 2012, S. 444-468.

Verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.1108/09699981211237139>, *Zugriff:* 28.09.2015.

Drees/Spranz (1976)

Drees, G.; Spranz, D.: Handbuch der Arbeitsvorbereitung in Bauunternehmen. Wiesbaden, Berlin: Bauverlag, 1976.

Greiner/Mayer/Stark (2009)

Greiner, P.; Mayer, P.E.; Stark, K: Baubetriebslehre – Projektmanagement. 4. Auflage. Wiesbaden: Vieweg & Teubner Verlag, 2009.

Guerrero/Villacampa/Montoyo (2014)

Guerrero, M.A.; Villacampa, Y.; Montoyo, A.: Modeling Construction Time in Spanish Building Projects [Elektronische Version]. In: International Journal of Project Management, 32, 2014, S. 861-873.

Händler/Schwarz (2017)

Händler, A.; Schwarz, J.: Verfahren zur Bauzeitschätzung und -ermittlung am Beispiel von Rohbauarbeiten von Bürogebäuden in den frühen Planungsphasen. In: Fenner, J. (Hrsg.): Festschrift zum 60. Geburtstag von Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christoph Motzko. Darmstadt: Institut für Bauwirtschaft und Baubetrieb der Technischen Universität Darmstadt, 2017, S. 231-248.

A. Händler

Hofstadler (2014)

Hofstadler, C.: Produktivität im Baubetrieb – Bauablaufstörungen und Produktivitätsverluste. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg Verlag, 2014.

Hruschka (1969)

Hruschka, H.: Richtwerte für die Betriebsplanung der Rohbauarbeiten im Hochbau – Verfahren für die Bemessung von Vorgängen bei der Makroplanung der Rohbauarbeiten. In: Die Bauwirtschaft – Zentralblatt für das gesamte Bauwesen (Sonderdruck), 23 (12/16/20), 22.03.1969/19.04.1969/15.05.1969.

Institut für Zeitwirtschaft und Betriebsberatung Bau (2016)

Institut für Zeitwirtschaft und Betriebsberatung Bau (Hrsg.): Handbuch Arbeitsorganisation Bau – Schalarbeiten, Rahmenschalung, Wände, Stützen – Richtzeiten. Neu-Isenburg: Zeittechnik-Verlag, 2016.

Jarkas (2016)

Jarkas, A.M.: Predicting Contract Duration for Building Construction – Is Bromilow's Time-Cost Model a Panacea? [Elektronische Version]. In: Journal of Management in Engineering, 32 (1), Januar 2016 [Online-Veröffentlichung: 27.05.2015].

Verfügbar unter: [http://ascelibrary.org/doi/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000394](http://ascelibrary.org/doi/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000394), Zugriff: 28.09.2015.

Kumaraswamy/Chan (1995)

Kumaraswamy, M.M.; Chan, D.W.M.: Determinants of Construction Duration [Elektronische Version]. In: Construction Management and Economics, 1995 (13), S. 209-217.

Verfügbar unter: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/014461995000000025>, Zugriff: 29.09.2015.

Ogunsemi/Jagboro (2006)

Ogunsemi, D.R.; Jagboro, G.O.: Time-Cost Model for Building Projects in Nigeria [Elektronische Version]. In: Construction Management and Economics, März 2006 (24), S. 253-258.

Verfügbar unter: <http://doi.org/10.1080/01446190500521041>, Zugriff: 29.09.2015.

Platz (1982)

Platz, H.: Aufwandswerte und Aufwandsfunktionen für Rohbauarbeiten im Hochbau. In: Schub, A.; Meyran, G. (Hrsg.): Praxis-Kompendium Baubetrieb – Leitfaden, Arbeitsunterlage und Nachschlagewerk für Praktiker und Studenten. Band 1. Wiesbaden, Berlin: Bauverlag, Auflage, 1982, S. 62-102.

Sommer (2009)

Sommer, H.: Projektmanagement im Hochbau – 35 Jahre Innovationen bei Drees & Sommer. 3. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 2009.

Sousa et al. (2014)

Sousa, V.; Almeida, N.M.; Dias, L.A.; Branco, F.A.: Risk-Informed Time-Cost Relationship Models for Sanitation Projects [Elektronische Version]. In: Journal of Construction Engineering and Management, 140 (5), Mai 2014.

Verfügbar unter: [http://ascelibrary.org/doi/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000848](http://ascelibrary.org/doi/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000848),
Zugriff: 28.09.2015.

Stoy/Dreier/Schalcher (2007)

Stoy, C.; Dreier, F.; Schalcher, H.-R.: Construction Duration of Residential Building Projects in Germany [Elektronische Version]. In: Engineering, Construction and Architectural Management, 14 (1), 2007.

Verfügbar unter:

<http://www.emeraldinsight.com/doi/full/10.1108/09699980710716972>, *Zugriff:*
28.09.2015.

Valuation Office Agency (2012)

Valuation Office Agency (Hrsg.): Code of Measuring Practice – Definition for Rating Purposes [Elektronische Version]. Großbritannien, Oktober 2012.

Verfügbar unter: <http://www.gov.uk/government/publications/measuring-practice-for-voa-property-valuations/code-of-measuring-practice-definitions-for-rating-purposes>,
Zugriff: 29.05.2017.

Ein Weg zu automatisiertem Infrastrukturmanagement

C. Kielhauser | B. Adey

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141058-0>

Dipl.-Ing. Clemens Kielhauser und Prof. Dr. Bryan T. Adey
Institut für Bau- und Infrastrukturmanagement
ETH Zürich
kielhauser@ibi.baug.ethz.ch

Inhalt

1	Einleitung	116
1.1	Allgemein.....	116
1.2	Infrastruktur	116
1.3	Infrastrukturmanagement.....	117
2	Prozess.....	118
2.1	Festlegung von Servicelevelzielen und Rahmenbedingungen	118
2.2	Aufbau von Strukturen, Prozessen, Modellen und Strategien	119
2.3	Überwachungsprogramme erstellen	122
2.4	Überwachungstätigkeiten durchführen.....	122
2.5	Maßnahmenprogramme erstellen	122
2.6	Maßnahmen planen und durchführen	124
2.7	Effektivitätsanalyse	124
2.8	Prozessanalyse	124
3	Zusammenfassung	124

1 Einleitung

1.1 Allgemein

Mit zunehmender Professionalität im Bereich des Infrastrukturmanagements versuchen immer mehr Forscher und Softwareentwickler, den Prozess ganz oder teilweise zu automatisieren. Einige Beispiele für Frameworks und Prozesse, die dies fördern sollen, sind,^{1,2}. Einige Beispiele für Werkzeuge für verschiedene Infrastrukturtypen finden sich in³. Viele dieser Bemühungen bleiben jedoch hinter den Erwartungen in Bezug auf die Automatisierung zurück und führen dazu, dass große Summen für Software ausgegeben werden, die unter den Möglichkeiten, für die sie gedacht war, eingesetzt wird. Dies geschieht in vielen Fällen, weil es den Infrastrukturmanagern an einem, für alle Beteiligten akzeptablen, vollständigen Prozess mangelt, der für das Management von Infrastruktur verwendet werden soll. Unvollständige Frameworks und Prozesse sind in bestimmten Situationen nützlich, scheitern aber oft an der Komplexität der Entscheidungsfindung in der Praxis. In diesem Beitrag wird ein kompletter Prozess auf hohem Niveau vorgestellt, der die Automatisierung der Infrastruktur ermöglicht. Dieser sollte von Infrastrukturmanagern genutzt werden, die ihren eigenen, detaillierteren Prozess einrichten, um sicherzustellen, dass sich alle Beteiligten über die beteiligten Teilprozesse und die Gründe dafür einig sind. Die Verwendung dieses Prozesses zur Entwicklung detaillierterer Prozesse wird dazu beitragen, dass die weiteren Anstrengungen zur Automatisierung des gesamten oder eines Teils des Infrastrukturmanagements nützlich sein werden. Der Rest der Einleitung enthält eine Definition von Infrastruktur und Infrastrukturmanagement.

1.2 Infrastruktur

Infrastruktur besteht aus Objekten⁴, die zur Sicherstellung des Funktionierens des Infrastrukturnetzwerkes verwendet werden. Der Lebenszyklus eines Objektes ist in Abbildung 1 dargestellt, wobei jedes Objekt zu jedem Zeitpunkt gebaut, genutzt, betrieben, gewartet, entwickelt oder abgerissen wird. Wo sich ein Objekt in seinem Lebenszyklus befindet, hängt von seiner Fähigkeit ab, ein angemessenes Servicelevel (SL) bzw. das erforderliche SL bereitzustellen. Beides ändert sich mit der Zeit. Die angebotenen SL ändern sich durch die Zustandsverschlechterung. Erforderliche SL ändern sich aufgrund von Anforderungsänderungen. Dies ist in Abbildung 2 dargestellt.

¹ OECD (2001)

² ISO55001 (2014)

³ Adey/Klatte/Kong (2010)

⁴ Die Verwendung des Wortes Objekt soll eine begriffsneutrale Definition ermöglichen. Ein Netzwerk besteht beispielsweise aus Objekten, Objekte aus Elementen und Elemente aus Segmenten. In einem solchen Fall könnte das Wort Objekt in jeder der drei Definitionen entweder durch das Wort "Netzwerk", "Element" oder "Segment" ersetzt werden.

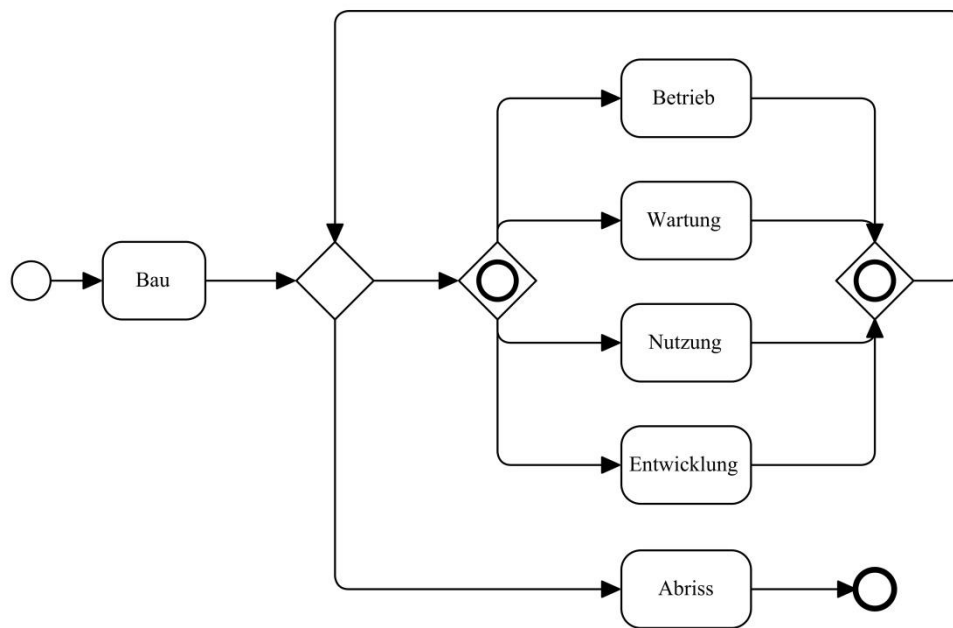


Abbildung 1: Infrastrukturobjekt-Lebenszyklus⁵

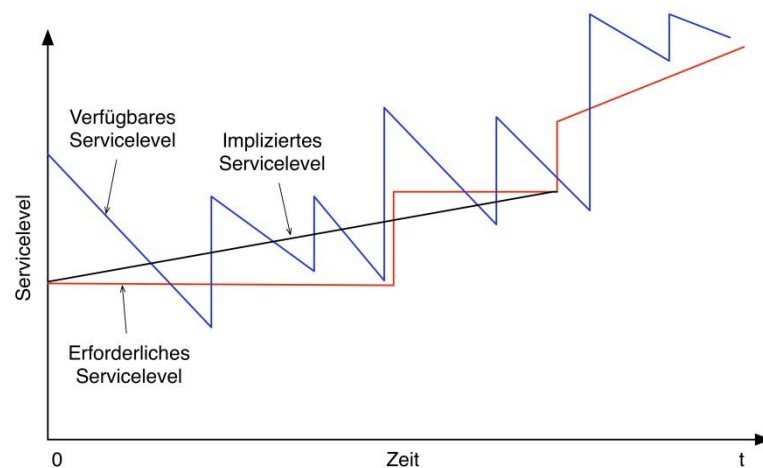


Abbildung 2: Servicelevelverlauf über die Zeit⁶

1.3 Infrastrukturmanagement

Das Infrastrukturmanagement (IM) ist der Prozess, mit dem sichergestellt werden soll, dass vorhandene Infrastrukturen für bestimmte Zeiträume ein angemessenes SL bieten. Ein gutes IM erfordert die Berücksichtigung des Nutzens und der Kosten für alle Mitglieder der Gesellschaft, einschließlich des ökonomischen, ökologischen und sozialen Nutzens und der Kosten, sowie die Abwägung der Notwendigkeit von Prognosegenauigkeit und Analyseaufwand.

⁵ Adey (2017)

⁶ Adey (2017)

Das IM umfasst alle Phasen des Lebenszyklus von Infrastrukturobjekten, wie in Abbildung 1 dargestellt.

Das Ziel des IM ist es, optimale Maßnahmenprogramme⁷ zu bestimmen, d.h. die Maßnahmen⁸, die durchgeführt werden müssen, um den Stakeholdern⁹ den maximalen Nettonutzen zu bieten. Die Umsetzung dieser Programme gewährleistet einen optimalen Kompromiss zwischen den Kosten für die Maßnahmendurchführung und den Kosten, wenn keine Maßnahmen durchgeführt werden. Maßnahmen sind erforderlich, um die Verschlechterung auszugleichen, um sicherzustellen, dass die Infrastruktur weiterhin das SL bietet, für das sie ursprünglich vorgesehen war, und um die Infrastruktur so anzupassen, dass sie ein neues SL bieten kann.

Der auf dieser Ebene definierte IM-Prozess ist für alle Arten von Infrastruktur gleich und unabhängig vom Automatisierungsgrad des Prozesses. Damit er in der heutigen Welt jedoch effektiv ausgeführt werden kann, ist der Einsatz moderner Technologien erforderlich.

2 Prozess

Der Prozess des IM ist in Abbildung 3 dargestellt. Die Aufgaben werden jeweils in den folgenden Abschnitten erläutert. Die Geschwindigkeit und Häufigkeit, mit der dieser Prozess abläuft, ist je nach Organisation unterschiedlich.

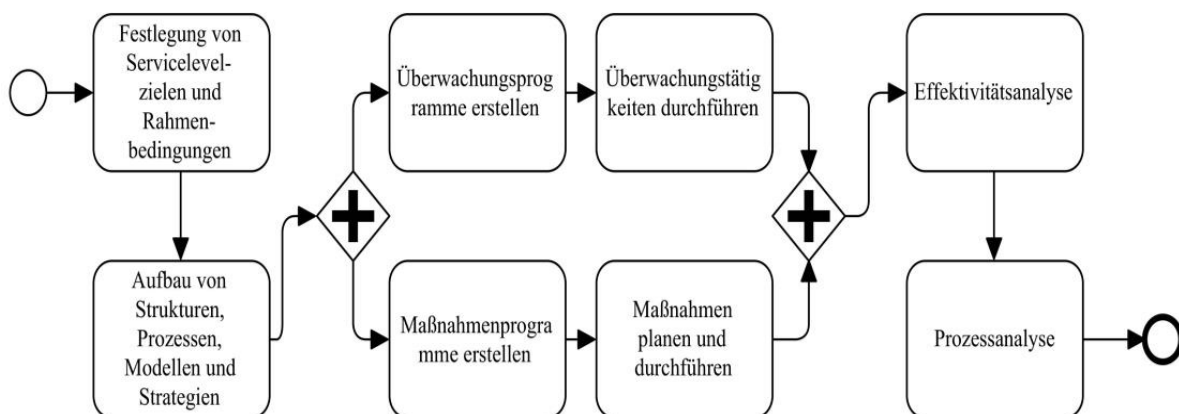


Abbildung 3: Infrastrukturmanagementprozess¹⁰

2.1 Festlegung von Servicelevelzielen und Rahmenbedingungen

Dieser Teilprozess wird verwendet, um festzulegen, was bei der Festlegung des zu befolgenden Maßnahmenprogramms maximiert (z.B. Fahrzeuge pro Stunde) oder minimiert (z.B. Unfälle pro Jahr) und was eingehalten werden muss (z.B. Budget). Es ist ein iterativer

⁷ Maßnahmenprogramm - Eine Liste von Maßnahmen, die über einen definierten Zeitraum durchgeführt werden sollen.

⁸ Maßnahmen - Eine Gruppe von Aktivitäten, die gleichzeitig an der Infrastruktur durchgeführt werden sollen.

⁹ Stakeholder - Eine Gruppe von Personen, die vom Management der Infrastruktur betroffen sind, z.B. Eigentümer, Nutzer und Öffentlichkeit.

¹⁰ Adey (2017)

Prozess, der die Anforderungen und Wünsche aus verschiedenen Quellen zusammenführt und zu einem gemeinsamen Satz von Zielen und Rahmenbedingungen zusammenführt, Konflikte beseitigt oder deutlich macht, wie Kompromisse erzielt werden können. Dabei werden Anforderungen und Wünsche aus allen Quellen berücksichtigt, unter anderem aus Normen und Gesetzen, Politik, Generalbudgets und genereller Raumplanung, Betriebsanforderungen, Anforderungen aus dem Neubau, Anforderungen aus dem Abriss. Dabei geht es um die Frage, was die Infrastrukturverwaltungsorganisation anbieten kann oder möchte, und um die Frage, welche Akteure betroffen sind, z.B. Nutzer, oder direkt/indirekt betroffene Personen (selbst keine Nutzer). Dies kann eine erhebliche Interaktion zwischen mehreren Akteuren erfordern und beinhaltet oft den Umgang mit Interessensgruppen, sowie die Berücksichtigung von Gesetzen.

Um sicherzustellen, dass alle Ziele und Rahmenbedingungen in jedem Fall berücksichtigt werden (manchmal werden sie nicht explizit angegeben), ist es sinnvoll, eine Kostenhierarchie zu erstellen, die alle zu messenden Dinge auflistet. Sie sollte auf allgemeine Wünsche eingehen, wie z.B. Fahrzeiten, Unfallkosten, etc. Es sollte auch klar sein, wie die Kosten in der Praxis zu messen sind, d.h. welche SL-Indikatoren zu verwenden sind.

Um vernünftige SL-Ziele und Rahmenbedingungen festzulegen, ist es sinnvoll, fundierte Vorhersagen darüber zu haben, was in der Zukunft passieren kann, z.B. wie sich die Fähigkeit der Infrastruktur, den erforderlichen SL bereitzustellen, ändern wird bzw. wie sich der erforderliche SL selbst ändert. Dieser SL ist gekoppelt mit der Höhe der Kosten, die erforderlich sind, um in die Infrastruktur einzugreifen, um sicherzustellen, dass sie einen angemessenen SL bietet, und was passiert, wenn sie nicht verfügbar ist. Die SL-Ziele und Rahmenbedingungen werden in der Regel für bestimmte Zeiträume, z.B. 5 Jahre, definiert.

2.2 Aufbau von Strukturen, Prozessen, Modellen und Strategien

Dieser Teilprozess legt die Situation fest, in der Überwachungs- und Maßnahmenprogramme aufgebaut werden sollen (Tabelle 1).

Tabelle 1: Strukturen, Prozesse und Modelle ¹¹

Element	Abdeckung	Inhalt
Struktur	Beständige Aspekte der Situation	<p>Die Struktur</p> <ul style="list-style-type: none">• der IM-Organisation selbst,• der zu verwendenden Informationen (manchmal auch als Infrastrukturmodell bezeichnet), und• der Dinge, die bei der Festlegung der optimalen Überwachungs- und Massnahmenprogramme, d.h. der Kostenhierarchie, zu berücksichtigen sind.

¹¹ Adey (2017)

Prozesse	Dynamische Aspekte der Situation	Die zu verwendenden Prozesse für <ul style="list-style-type: none"> • die Service-Level-Indikator Vorhersage, • die Bestimmung der Überwachungsstrategien und -programme, • die Bestimmung der Maßnahmenstrategien und -programme, • die Wirksamkeitsüberprüfung der Überwachungen und Maßnahmen, und • die Effektivitätsüberprüfung des IM-Prozesses.
Modelle	Verwendete Modelle	Die zu verwendenden Modelle zur Vorhersage über zukünftige Zustände, z.B. <ul style="list-style-type: none"> • das zukünftig erforderliche Serviceniveau, • die zukünftige Leistungsfähigkeit, • die zustandsbedingten zukünftigen Kosten, und Modelle zur Bestimmung von optimalen Strategien und Programmen, z.B. <ul style="list-style-type: none"> • optimale Überwachungsstrategien, • optimale Maßnahmenstrategien, • optimale Überwachungsprogramme, und • optimale Maßnahmenprogramme

Es ist vorteilhaft, die Vorhersagemodelle nach der Prozessgeschwindigkeit zu gruppieren, d.h. graduell und plötzlich. Ein gradueller Prozess ist ein Prozess bei dem genügend Zeit für eine Maßnahme bleibt, um weiterhin ein angemessenes SL sicherzustellen. Ein plötzlicher Prozess ist ein Prozess, bei dem nicht genügend Zeit für eine Maßnahme bleibt, um weiterhin ein angemessenes Serviceniveau anzubieten. Ein Beispiel für einen allmählichen Prozess ist chloridinduzierte Stahlbetonkorrosion, ein Beispiel für einen plötzlichen Prozess ist ein Erdbeben.

Beliebte Modelle für graduelle Prozesse sind analytische Modelle, Regressionsmodelle und Markovmodelle. Analytische Modelle werden zum Beispiel verwendet, um die Chlorideindringungsgeschwindigkeit in Stahlbetonbrücken, den Beginn der Korrosion und die Bewehrungsquerschnittreduktion vorherzusagen. Beliebte Modelle für plötzliche Prozesse sind Ereignisbäume¹², Fehlerbäume¹³ und Bayes'sche Netzwerkmodelle¹⁴.

¹² z.B. Adey/Hajdin/Birdsall (2009)

¹³ z.B. Johnson (1999)

¹⁴ z.B. Deublein et al. (2015)

Beliebte Modelle zur Bestimmung optimaler Strategien und Programme können in mathematische Standardmodelle, wie *block replacement*¹⁵, oder spezifische mathematische Modelle zur Lösung spezifischer Probleme gruppiert werden.

Der Begriff „Strategien“ umfasst sowohl die Festlegung der zu verfolgenden Überwachungsstrategien als auch der Maßnahmenstrategien für jede Art von Infrastrukturobjekten. Diese werden im folgenden Abschnitt näher erläutert.

Zu den Überwachungsstrategien gehören alle Überwachungsaktivitäten, die an Objekten unter Berücksichtigung vieler möglicher Objektzustände durchgeführt werden. Diese werden unabhängig von ihrem Istzustand ermittelt. Bei der Entwicklung sind das Spektrum der möglichen Tätigkeiten, die Wirksamkeit, und die damit verbundenen Kosten zu berücksichtigen. Überwachungsstrategien werden ohne Berücksichtigung von externen Faktoren entwickelt.

Die Aufgabe der Entwicklung und Bewertung von Überwachungsstrategien besteht darin, zu definieren wie die gesammelten Informationen zu berücksichtigen sind und wie diese Informationen für die Entwicklung von Maßnahmenprogrammen genutzt werden. Dazu gehört auch die Abschätzung der Kosten, die mit der Durchführung der Überwachungstätigkeiten verbunden sind, ihre Auswirkungen auf das SL, ihre Dauer und der Wahrscheinlichkeit, dass sie Informationen wie beabsichtigt liefern, sowie der Folgen, falls nicht.

Maßnahmenstrategien umfassen alle Eingriffe, die an einem Objekt durchzuführen sind, wobei viele mögliche Zustände des Objekts oder viele mögliche Situationen, in denen sich das Objekt befinden könnte, berücksichtigt werden. Wenn z.B. Risse im Fahrbahnteil eines Straßenabschnitts vorhanden sind, sollten diese verfüllt werden, und wenn Risse und erhebliche Unebenheiten vorhanden sind, sollte ein partieller Ersatz durchgeführt werden. Maßnahmenstrategien werden ohne Berücksichtigung von externen Faktoren entwickelt.

Die Aufgabe, Maßnahmenstrategien zu entwickeln und zu bewerten, besteht darin, die Auswirkungen der Maßnahmen auf die Gegenwart und die Zukunft zu berücksichtigen. Wenn es beispielsweise um die Tragfähigkeit geht, kann der Einbau einer neuen Betonschicht auf einem Stahlbetonbauteil sowohl das gegenwärtige als auch das zukünftige Verhalten des Bauteils beeinflussen, und der Einbau einer Abdichtungsschicht auf einem Brückendeck kann nur für die Zukunft betrachtet werden. Es beinhaltet auch die Abschätzung der Kosten, die mit der Maßnahmendurchführung verbunden sind, ihrer Auswirkungen auf das künftige Serviceniveau, ihrer Dauer und der Wahrscheinlichkeit, dass sie wie beabsichtigt funktionieren, sowie der Folgen, wenn nicht.

Die Generierung möglicher Maßnahmenstrategien erfordert fundiertes, anlagenspezifisches Wissen und gute Fachkräfte sowie Organisationen mit Strukturen, die sowohl Kooperation als auch Innovation fördern.

Die Bewertung der möglichen Strategien und die Ermittlung der optimalen Strategie erfordern eine gute Grundlage in Entscheidungstheorie und die Fähigkeit, zu modellieren, wie sich die Kosten für jede der Strategien im Laufe der Zeit verändern werden. Einige Modelle zur Bewertung von Strategien sind üblich, wie z.B. *block replacement*, *age replacement* und

¹⁵ z.B. Adey/Lethanh/Kielhauser, (2014b)

Markovmodelle.¹⁶ Andere sind maßgeschneidert, um spezifische Fragen zu beantworten. Bei der Bewertung von Strategien müssen sowohl die Kosten während der Maßnahmendurchführung als auch zwischen den Ausführungen von Maßnahmen berücksichtigt werden.¹⁷

Sobald die Strukturen, Prozesse, Modelle und Strategien festgelegt sind, werden sie regelmäßig auf ihre Gültigkeit überprüft und nur bei Bedarf aktualisiert. Sie werden in der Regel wesentlich seltener aktualisiert als z.B. die Häufigkeit der Bestimmung von Maßnahmenprogrammen.

Dieser Teilprozess endet mit den festen Strukturen, Prozessen, Modellen und Strategien, die zur Entwicklung der zu verfolgenden Überwachungs- und Maßnahmenprogramme verwendet werden.

2.3 Überwachungsprogramme erstellen

Dieser Teilprozess ist ein iterativer Prozess, der Folgendes umfasst:

- die Identifizierung der Objekte, an denen eine Überwachungstätigkeit durchgeführt werden soll, unter Berücksichtigung des tatsächlichen und der zu verfolgenden Strategie,
- Der Aufbau von Kandidatenüberwachungsprogrammen, die Bottom-up oder Top-down durchgeführt werden können,
- die Überprüfung der Durchführbarkeit der Kandidatenüberwachungsprogramme, z.B. sind genügend Personen und Ausrüstung vorhanden, gibt es mögliche Synergien mit anderen Arten von Aktivitäten?
- die Bestimmung des optimalen Überwachungsprogramms.

Das Ergebnis dieses Teilprozesses sind implementierbare Überwachungsprogramme. Ein Beispiel für Arbeiten zur automatisierten Ermittlung optimaler Überwachungsprogramme ist z.B. ¹⁸.

2.4 Überwachungstätigkeiten durchführen

Dieser Teilprozess umfasst alle Aktivitäten nach der Entwicklung des Überwachungsprogramms, um die Überwachungstätigkeit durchzuführen und zu überprüfen, ob die Überwachungstätigkeit zufriedenstellend durchgeführt wurde. Um eine erfolgreiche Automatisierung dieses Teilprozesses zu gewährleisten, müssen die Erwartungen an die Überwachungsaktivitäten klar definiert werden, z.B. die Kosten und die Genauigkeit der Informationen. Einige Arbeiten zur Automatisierung von Aktivitäten beinhalten Arbeiten, die in den Bereichen der Robotik durchgeführt wurden.¹⁹

2.5 Maßnahmenprogramme erstellen

Dieser Teilprozess umfasst folgende Aktivitäten:

¹⁶ Adey/Lethanh/Kielhauser (2014a)

¹⁷ z.B. Adey et al. (2014)

¹⁸ Konakli/Sudret/Faber (2015)

¹⁹ z.B. Kielhauser/Romer/Adey (2017)

- Die Identifizierung der Objekte, auf denen entsprechend dem aktuellen Zustand und der Maßnahmenstrategien eingegriffen werden sollte.
- Die Konstruktion von Kandidaten-Maßnahmenprogrammen, die entweder Bottom-up oder Top-down durchgeführt werden können.
- Die Überprüfung der Durchführbarkeit der Kandidaten-Maßnahmenprogramme, z.B. sind genügend Personen und Geräte vorhanden, sind Synergien möglich?
- Die Bestimmung des optimalen Maßnahmenprogramms, d.h. desjenigen, dass das optimale Servicelevel bietet.

Maßnahmenprogramme umfassen die Maßnahmen, die an Objekten unter Berücksichtigung von Externalitäten durchzuführen sind, wie z.B. die Zustände anderer Anlagen innerhalb desselben Netzes oder anderer Anlagen in anderen Netzen. Die Berücksichtigung von Externalitäten führt zu Abweichungen von Maßnahmenprogrammen, die sich ergeben würden, wenn optimale Maßnahmenstrategien ohne Berücksichtigung von Externalitäten verfolgt würden. Befindet sich ein Objekt beispielsweise nicht in einem Zustand, in dem die Maßnahmenstrategie die Durchführung der Maßnahme beinhaltet, sondern ein Teil des Netzes aufgrund der Durchführung anderer Maßnahmen bereits geschlossen ist, kann auch eine Maßnahme auf diesem Objekt durchgeführt werden.

Die Entwicklung optimaler Maßnahmenprogramme ist abhängig von der Lage der Objekte in den Netzen und dem Zeitpunkt der Maßnahmen an den Objekten. Die Ermittlung optimaler Maßnahmenprogramme erfordert Kompromisse und Abweichungen von den theoretisch optimalen Maßnahmenstrategien.

Die Erstellung möglicher Maßnahmenprogramme erfordert gute Fachkräfte und Organisationen mit Strukturen, die sowohl Kooperation als auch Innovation fördern. Eine der besonderen Herausforderungen bei der Erstellung solcher Programme, die Maßnahmen angemessen berücksichtigen, ist, dass sie Verständnis erfordern

- wie das Infrastrukturobjekt angepasst werden muss oder könnte, um sicherzustellen, dass es ein angemessenes Serviceniveau bietet,
- die mit der Durchführung von Maßnahmen verbundenen Kosten und deren Veränderung im Laufe der Zeit,
- und wie sie sich gleichzeitig auf die Durchführung anderer Maßnahmen auswirken.

Die Komplexität der Generierung möglicher Programme nimmt mit der Größe der IM-Organisation zu, da es eine zunehmende Arbeitsteilung gibt, d.h. verschiedene Personen sind für verschiedene Arten von Objekten verantwortlich. Diese Schwierigkeit lässt sich jedoch durch klare Vorgaben, wie Informationen zu aggregieren sind und wie zu entscheiden ist, welche Maßnahmen in die Programme aufgenommen werden sollen, überwinden.

Traditionell wurden Maßnahmenprogramme durch Verhandlungen zwischen diesen Personen entwickelt. Zunehmend werden aber auch Computer eingesetzt. Im Laufe der Zeit werden die verwendeten Algorithmen immer ausgefeilter.²⁰

²⁰ z.B. Kielhauser/Martani/Adey (2018)

Dieser Teilprozess beinhaltet auch die Sicherstellung der Finanzierung zur Umsetzung der Programme, die Sicherstellung, dass alle gesetzlichen Anforderungen erfüllt werden und genügend Personal für die Umsetzung des Programms zur Verfügung steht.

2.6 Maßnahmen planen und durchführen

Dieser Teilprozess umfasst alle Aktivitäten von der Fertigstellung der Maßnahmenprogramme bis zur Überwachung der Maßnahmendurchführung. Er beinhaltet die Ausschreibung der Maßnahmen, die Prüfung der Anträge, die Auswahl der besten Unternehmen für die Durchführung der Maßnahmen, die Planung der Maßnahmen, die Kommunikation mit den Stakeholdern und alle anderen Projektmanagementaktivitäten.²¹

2.7 Effektivitätsanalyse

Dieser Teilprozess umfasst die Analyse der Effektivität von Überwachungsaktivitäten und Maßnahmen. Die Wirksamkeit der Überwachungstätigkeiten wird analysiert, um die tatsächlich durchgeführten Überwachungstätigkeiten mit den Erwarteten hinsichtlich ihrer Kosten und der Genauigkeit ihrer Ergebnisse zu vergleichen. Die Wirksamkeit der Maßnahmen wird analysiert, um die tatsächlich durchgeführten Maßnahmen mit den Erwarteten hinsichtlich ihrer Kosten und ihrer Auswirkungen auf die Infrastruktur zu vergleichen. Die Ergebnisse können verwendet werden, um bestehende Überwachungsprogramme zu modifizieren, aber auch, um die in den Prozessen verwendeten Informationen zu aktualisieren, um SL-Ziele und Rahmenbedingungen, Prozesse, Modelle und Strategien festzulegen. Eine wesentliche Komponente zur Automatisierung dieses Teilprozesses ist die Definition, wie Effektivität zu messen und zu berichten ist und wie die Informationen zu verwenden sind.²²

2.8 Prozessanalyse

Im Teilprozess Prozessanalyse werden alle Aktivitäten des Prozesses und die Funktionsweise des Gesamtprozesses überprüft, um sicherzustellen, dass er wie erwartet funktioniert und ob Verbesserungen möglich sind. Werden Abweichungen festgestellt, sollte entweder der Prozess modifiziert werden oder der Prozess sollte tatsächlich wie vorgesehen ausgeführt werden. Wenn mögliche Verbesserungen gefunden werden, sollte das Verfahren modifiziert werden, wenn der Nutzen der Modifikation die Kosten überwiegt.²³

3 Zusammenfassung

Infrastrukturmanagement ist ein wichtiger Prozess, der jedoch erhebliche menschliche Anstrengungen erfordert und für menschliche Interpretationen offen ist. Im Laufe der Zeit wird dieser Prozess zunehmend automatisiert, so dass die Gesellschaft ihren Nutzen aus ihrer Infrastruktur maximieren und gleichzeitig den menschlichen Aufwand reduzieren kann. Der in diesem Beitrag vorgestellte komplette High-Level-Prozess soll genutzt werden, um diese Automatisierung des IM zu ermöglichen. Er sollte von den Infrastrukturmanagern genutzt

²¹ z.B. Jin/Le (2014)

²² z.B. Li/Uhlmeier/Mahoney (2013)

²³ z.B. Richmond/Kielhauser/Adey (2016)

werden, um ihren eigenen, detaillierteren Prozess einzurichten und um sicherzustellen, dass sich alle Beteiligten über die Aktivitäten und die Gründe dafür einig sind.

Literaturverzeichnis**Adey/Hajdin/Birsall (2009)**

Adey, B.T., Hajdin, R., Birsall, J., Methodology to determine optimal intervention strategies for structures adversely affected by latent processes, Transportation Association of Canada, Annual Conference, Vancouver, Canada, October 19-22, 2009

Adey/Klatter/Kong (2010)

Adey B.T., Klatter, L., Kong, J., , The IABMAS Bridge Management Committee Overview of Existing Bridge Management Systems, 2010

Adey/Lethanh/Kielhauser (2014a)

Adey, B.T., Lethanh, N., Kielhauser, C., A comparison of the suitability of age replacement, block replacement and Markov models in the determination of optimal intervention strategies for road infrastructure in alpine regions, Brenner Congress 2014, Innsbruck, Austria, Feb 20-21, 2014

Adey/Lethanh/Kielhauser (2014b)

Adey, B.T., Lethanh, N., Kielhauser, C., Comparison of three preventive models to determine optimal intervention strategies for transportation infrastructures in alpine regions, Architecture, Engineering and Construction, 3:3, 2014, September, S. 153-167

Adey et al. (2014c)

Adey, B.T., Lethanh, N., Hartmann, A., Viti, F., Evaluation of intervention strategies for a road link in the Netherlands, Built Environment Project and Asset Management, 4:2, 2014, S. 180 – 198.

Adey (2017)

Adey, B.T., A process to enable the automation of road asset management, 2nd International Symposium on Infrastructure Asset Management – Siam 2017, Zurich, June 29-30, 2017

Deublein et al. (2015)

Deublein, M., Schubert, M., Adey, B.T., Garcia de Soto, B., A Bayesian Network Model to Predict Accidents on Swiss Highways, Infrastructure Asset Management. 2(4), 2015, S. 145–158

ISO55001 (2014)

ISO55001, Asset management – Management systems – Requirements, ISO copyright office, Geneva, Switzerland, 2014

Jin/Le (2014)

Jin, X.H., Le, Y., Monitoring construction projects using information technologies, Proceedings of the 17th International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate, 2014, S. 1011-1020

Johnson (1999)

Johnson, P., Fault tree analysis of bridge failure due to scour and channel instability, Journal of Infrastructure Systems, 1999, Vol. 5, No. 1, March

Kielhauser/Romer/Adey (2017)

Kielhauser, C., Romer, F., Adey, B.T., Preliminary estimates of the viability of UAV-based bridge inspections in Switzerland, Fourth Conference on Smart Monitoring, Assessment and Rehabilitation of Civil Structures, SMAR 2017, Zurich /Switzerland, 13 – 15 September, 2017

Kielhauser/Martani/Adey (2018)

Kielhauser, C., Martani, C., Adey, B.T., Development of intervention programs for inland waterway networks using genetic algorithms, Structure and Infrastructure Engineering, 2018, Volume 14:5, S. 550-564

Konakli/Sudret/Faber (2015)

Konakli, K., Sudret, B., Faber, M.H., Numerical Investigations into the Value of Information in Lifecycle Analysis of Structural Systems Asce-asme Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems, Part A: Civil Engineering, Volume 2, Issue 3, 2015

Li/Uhlmeier/Mahoney (2013)

Li, J., Luhr, D. R., Uhlmeier, J.S., Mahoney, J. P., Evaluation of maintenance effectiveness for WSDOT pavement network, Transportation Research Record, 2013

OECD (2001)

OECD, Asset Management for the Roads Sector, OECD Publications Service, Paris, France, 2001

Richmond/Kielhauser/Adey (2016)

Richmond, C., Kielhauser, C., Adey, B.T., Developing performance measures for road network managers facing diverse environments, Benchmarking an international journal, 2016, 23:7, S. 1876-1891

Corporate Governance in der deutschen Bauwirtschaft

D. Klein

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141104-0>

M.Sc., David Klein

Institut für Baubetrieb und Projektmanagement

RWTH-Aachen

klein@ibp.rwth-aachen.de

Inhalt

1	Einleitung	130
2	Ganzheitlicher Ansatz der Corporate Governance.....	130
2.1	Paradigmen und Systemgrenzen der Corporate Governance	130
2.2	Legalistische Compliance und Integritätsansatz.....	131
2.3	Gesellschaftliche Verantwortung von Unternehmen.....	132
2.4	Die Ethik der Governance	132
3	Zusammenfassung	134

1 Einleitung

Corporate Governance bezeichnet in erster Linie den „rechtlichen und faktischen Ordnungsrahmen für die Leitung und Überwachung eines Unternehmens“¹ und lässt sich als Steuerungsstruktur zur Abwicklung wirtschaftlicher Transaktionen oder Austauschbeziehungen verstehen. Die Steuerung erfolgt dabei durch formelle und informelle Vorgaben sowie durch organisatorische Kontrolle und Führung² mit dem primären Ziel, die Legalität des Unternehmens sicherzustellen. In der Literatur wird die Umsetzung der Corporate Governance vielfältig interpretiert und umfasst sowohl obligatorische als auch fakultative Maßnahmen.

2 Ganzheitlicher Ansatz der Corporate Governance

Ursprünglich geht der Corporate Governance-Begriff auf die Überwachung des Managements durch die Eigentümer eines Unternehmens zurück. Schon Anfang der dreißiger Jahre entfachte die Diskussion zur Beziehung zwischen Kapital und Management.³ Aus der Trennung von Kapital und Management und der sich daraus ergebenden Informationsasymmetrie entstehen Problemstellungen, zu denen die Prinzipal-Agenten-Theorie Lösungsansätze bietet.⁴ Die wissenschaftliche Diskussion fokussiert sich hier auf große börsennotierte Aktiengesellschaften und die Prinzipal-Agenten-Problematik zwischen Aktionären und Management. Die Mehrzahl der kleinen und mittleren Unternehmen der Bauwirtschaft unterliegt jedoch besonderen Anforderungen, die eine differenzierte Betrachtung der Corporate Governance-Maßnahmen erfordert.

2.1 Paradigmen und Systemgrenzen der Corporate Governance

Die Perspektive der Corporate Governance kann zunächst außengerichtet das Verhältnis der Unternehmensführung zu den Anteilseignern (Shareholder) betrachten, aber auch innengerichtet die jeweiligen Rollen, Kompetenzen und Führungsweisen sowie die Organisation des Unternehmens.⁵ Bis heute besteht eine wesentliche strategische Fragestellung im Rahmen der Corporate Governance Debatte darin, ob die Betrachtungen neben der Berücksichtigung von Shareholderinteressen auch auf die Belange weiterer Bezugsgruppen des Unternehmens (Stakeholder) zu erweitern sind. Im Kontext dieser Diskussion stellt sich die Frage, ob Unternehmen im Rahmen ihrer Corporate Governance auch eine soziale Verantwortung tragen (Corporate Social Responsibility). Die Berücksichtigung von gesellschaftlichen, politischen und ethischen Belangen des Unternehmens würde dann ebenfalls zum Betrachtungshorizont der Corporate Governance gehören. Corporate Governance beinhaltet demnach neben der internen Sichtweise auch eine Betrachtung der Unternehmensumwelt.⁶ Zur grundlegenden minimalen Anforderung an die Corporate Governance – der Compliance – können

¹ Vgl. Werder, A., Ökonomische Grundfragen der Corporate Governance, 2009, S. 4.

² Vgl. Wieland, J., WerteManagement und Corporate Governance, 2002, S. 2.

³ Berle, A.; Means, G., The modern corporation and private property, 1932.

⁴ Vgl. Wieland, J.; Steinmeyer, R.; Grüninger, S., Handbuch Compliance-Management, 2014, S. 48ff.

⁵ Vgl. Werder, A., Ökonomische Grundfragen der Corporate Governance, 2009, S. 4ff.

⁶ Vgl. Kunze, M., Unternehmensethik und Wertemanagement in Familien- und Mittelstandsunternehmen, 2008, S. 71.

nun, je nach strategischer Ausrichtung und Wahl des Betrachtungshorizonts, weitere Bestandteile hinzugefügt werden.



Abbildung 1: Systemgrenze und Paradigmen der Corporate Governance⁷

2.2 Legalistische Compliance und Integritätsansatz

Ferner herrscht in einer zweiten grundlegenden Debatte Uneinigkeit über die Methodik zur Erreichung der Corporate Governance-Anforderungen. Das konservative Compliance-Paradigma verfolgt in erster Linie das Ziel, gesetzeskonformes Verhalten der Mitarbeiter durch möglichst detaillierte Verhaltensrichtlinien und Kontrollmechanismen durchzusetzen und ist damit im engeren Sinne ein legalistisches Konzept. Im starken Kontrast zur konservativen Compliance unterstützt das Paradigma des Integritätsansatzes die Mitarbeiter bei moralischem, verantwortungsvollem und wertekonformem Verhalten. Eine auf Vertrauen basierende Unternehmenskultur und partizipative Prozesse im Rahmen eines Ethikmanagements schaffen eine Kultur, in der die Mitarbeiter eigenverantwortlich moralisch handeln und entscheiden.

Getrieben von spektakulär gescheiterten Unternehmen, eklatanten Fällen von Missmanagement und schlicht kriminellen Geschäftsmodellen der jüngsten Geschichte werden konservative Corporate Governance Modelle jedoch zunehmend hinterfragt.⁸ Nicht zuletzt dadurch hat sich die Perspektive einer modernen Corporate Governance verändert. Mit der Einbeziehung diverser Stakeholder werden legalistische Compliancemodelle durch ethische und kulturelle Dimensionen ergänzt. Diese integrierte Corporate Governance umfasst das Unternehmen ganzheitlich und erfasst neben Steuerungsstrukturen, Geschäftsprozessen

⁷ Eigene Darstellung.

⁸ Vgl. Werder, A., Ökonomische Grundfragen der Corporate Governance, 2009, S. 4ff.

und Kontrollsystemen auch die Unternehmenskultur⁹, Werte und moralische Vorstellungen als handlungs- und verhaltenssteuernde informelle Governancestrukturen.¹⁰

2.3 Gesellschaftliche Verantwortung von Unternehmen

Die gesellschaftliche und gesetzliche Erwartungshaltung gegenüber Unternehmen besteht nach wie vor geringstenfalls in der Einhaltung von Gesetzen, also der Legalität eines Unternehmens. Darüber hinaus werden Unternehmen immer häufiger auch als der Moral und Ethik unterworfenen Institutionen angesehen, die sich nicht ausschließlich der wirtschaftlichen Optimierung, sondern auch übergeordneten Interessen im Einflussbereich des Unternehmens widmen müssen. Diese Tendenzen haben viele Unternehmen verstanden und auch die betriebswirtschaftlichen Vorteile nicht nur durch die Vermeidung von Sanktionen, sondern auch durch zum Beispiel die Steigerung des Unternehmensansehens oder der Mitarbeiterattraktivität erkannt.¹¹

Ob generell eine übergeordnete gesellschaftspolitische Verantwortung von Unternehmen besteht, wird seit den siebziger Jahren in der „Corporate Social Responsibility“ (CSR)-Debatte behandelt. In einer der ersten wissenschaftlichen Diskussionen wird Corporate Social Responsibility als die Betrachtung und Behandlung von Themen definiert, die über wirtschaftliche, technische und juristische Anforderungen an Unternehmen im engeren Sinne hinausgehen.¹² 1979 werden die Elemente der wirtschaftlichen, juristischen, ethischen und weiteren allgemeinen Erwartungen der Gesellschaft an Unternehmen wieder in die Definition aufgenommen.¹³ Diese Heterogenität der Definitionen ist bis heute typisch.¹⁴ Die Europäische Kommission definiert CSR zuletzt als „Konzept, das den Unternehmen als Grundlage dient, auf freiwilliger Basis soziale Belange und Umweltbelange in ihrer Unternehmenstätigkeit und in die Wechselbeziehungen mit den Stakeholdern zu integrieren.“¹⁵

2.4 Die Ethik der Governance

Im Allgemeinen reflektiert die Ethik wissenschaftlich, theoretisch und kritisch das menschliche Handeln auf Basis von Werten und Normen und befasst sich mit deren argumentativen Begründung sowie der tatsächlich gelebten Moral.¹⁶ Die Ethik ermöglicht einem Individuum oder einer Gruppe, durch Reflexion moralische Entscheidungen zu treffen und beinhaltet dabei keine bestehenden Urteile, sondern lehrt das Urteilen selbst.¹⁷ Bei moralischen Verän-

⁹ Vgl. Wieland, J.; Steinmeyer, R.; Grüninger, S., Handbuch Compliance-Management, 2014, S. 48ff.

¹⁰ Vgl. Wieland, J., WerteManagement und Corporate Governance, 2002, S. 4f.

¹¹ Vgl. Steinmeyer, R.; Späth, P., Legal Compliance, 2014, S. 247f.

¹² Davis, K., For and Against Social Responsibilities, 1973.

¹³ Carroll, A., Model of Corporate Performance, 1979.

¹⁴ Vgl. Crane, A.; Matten, D. et al., Corporate social responsibility, 2014, 9ff.

¹⁵ Europäische Kommission, Grünbuch: soziale Verantwortung, 2001, S.7.

¹⁶ Vgl. Friske, C.; Bartsch, E.; Schmeisser, W., Einführung in die Unternehmensethik, 2005, S. 12.

¹⁷ Vgl. Hartmann, N., Ethik, 1962, S. 3.

derungen der Gesellschaft entsteht durch die Wechselwirkung zwischen Ethik und Moral eine ethische Diskussion.¹⁸

Die Ethik als Theorie der Moral und die Ökonomik als Wissenschaft der Nutzung knapper Ressourcen ohne Reflexion gesellschaftlicher Werte wurden bis zu Beginn des 20. Jahrhunderts strikt getrennt betrachtet. Die Wirtschaftsethik verbindet nun die zwei Disziplinen Ökonomik und Ethik und fragt nach der moralischen Rechtfertigung wirtschaftlichen Handelns.¹⁹ Letztlich liegt die Übertragung von gesellschaftlich-ethischen Anforderungen auf wirtschaftliche Unternehmen im wissenschaftlichen Themengebiet der Wirtschaftsethik. Insbesondere beschäftigt sich Wirtschaftsethik mit der Balance zwischen dem Drang der Profitmaximierung zur Befriedigung der Shareholderinteressen und der Berücksichtigung von Stakeholderinteressen eines Unternehmens.²⁰ Das Verständnis der Wirtschaftsethik als philanthropischer Verzicht ist dabei zu vernachlässigen.²¹

Wenn durch die Wechselwirkungen zwischen dem Markt und den gesetzlichen Rahmenbedingungen die moralischen Ansprüche der Gesellschaft durchgesetzt würden, könnten gesetzliche Legalität und moralische Legitimität gleichgesetzt werden und die Notwendigkeit für Wirtschaftsethik würde entfallen. Wenn die Durchsetzung der Regelungen jedoch Funktionsdefizite vorweist, entsteht ein Verantwortungsdefizit, das von den Unternehmen schon aus Selbstinteresse gefüllt werden muss.²²

Das gezielte Management von Werten innerhalb eines Unternehmens beinhaltet Instrumente zur Definition und Implementierung von Leitwerten.²³ Wertemanagement kann als konkrete Umsetzung der Wirtschaftsethik oder auch als Ethikmanagement verstanden werden.²⁴

Bei der wertebasierten Unternehmensführung werden neben dem Shareholder-Value unternehmenskulturelle Werte angeordnet, wodurch sich das Wertemanagement von der profitmaximierenden Unternehmensführung abgrenzt und dem Stakeholder-Value-Ansatz ähnlich ist.²⁵ Die implementierten Unternehmenswerte liefern Orientierung in Entscheidungssituationen. Die Werte werden zur Identität des Unternehmens und bestimmen dessen Wahrnehmung.²⁶

Durch die zwangsläufige Unvollständigkeit geschlossener Verträge in komplexen Wirtschaftssituationen entsteht eine Vertragslücke, die durch den Einsatz von Werten geschlos-

¹⁸ Vgl. Friske, C.; Bartsch, E.; Schmeisser, W., Einführung in die Unternehmensethik, 2005, S. 13 siehe auch Kunze, M., Unternehmensethik und Wertemanagement in Familien- und Mittelstandsunternehmen, 2008, S. 16f.

¹⁹ Vgl. Noll, B., Wirtschafts- und Unternehmensethik, 2002, S. 33ff.

²⁰ Vgl. Nainawat, R.; Meena, R., CG and Business Ethics, 2013, S. 1086f.

²¹ Vgl. Noll, B., Wirtschafts- und Unternehmensethik, 2002, S. 33ff.

²² Vgl. Noll, B., Wirtschafts- und Unternehmensethik, 2002, S. 92.

²³ Vgl. Wieland, J., Wertemanagement Leitfaden, 2004, S. 23f.

²⁴ Vgl. Kunze, M., Unternehmensethik und Wertemanagement in Familien- und Mittelstandsunternehmen, 2008, S. 153.

²⁵ Vgl. Schütz, M., Werte - Risiko - Verantwortung, 1999, S. 32ff.

²⁶ Vgl. Wieland, J., Integritäts- und Compliance-Management als Corporate Governance, 2014, S. 30ff.

sen werden kann.²⁷ Die verhaltensorientierende Wirkung der Werte bietet den Mitarbeitern Lösungen zu Konflikten in nicht dezidiert geregelten Situationen und vor allem in juristischen Grauzonen.

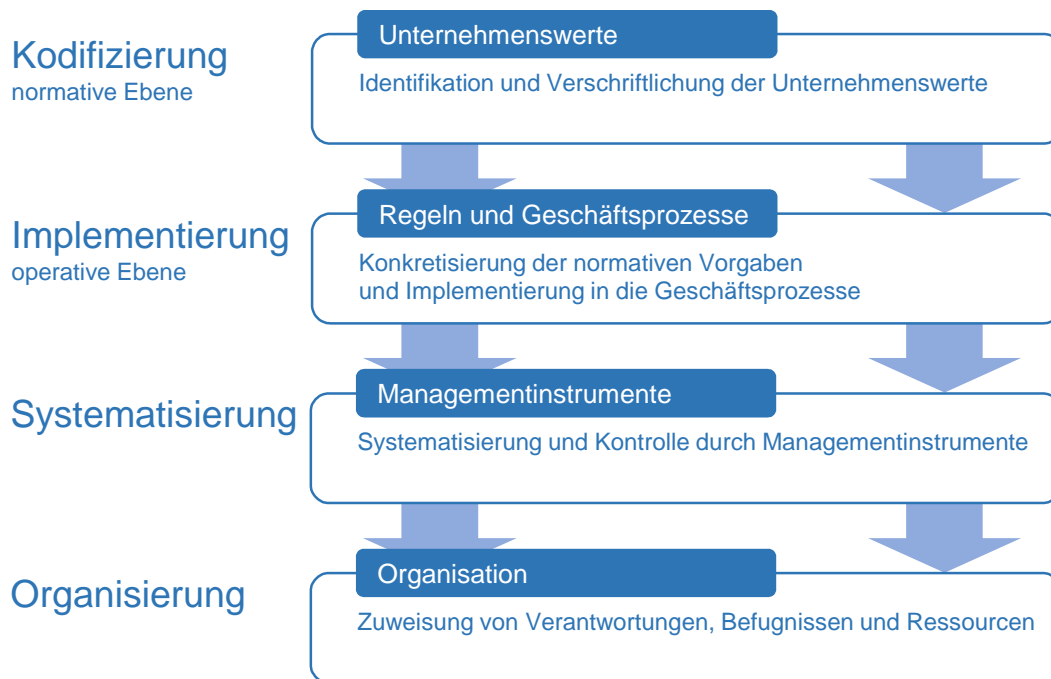


Abbildung 2: Prozessstufen eines Wertemanagements²⁸

Ein Wertemanagementsystem ist ein umfassendes Managementkonzept und bildet die Grundlage für eine systematische Implementierung einer wertegetriebenen Corporate Governance.²⁹ Werte sind allgemeiner Natur und gelten damit im Gegensatz zu Vorschriften und Richtlinien in jeder Situation. Sie entfalten ihre Wirkung jedoch nur dann, wenn sie in der Unternehmenskultur des Unternehmens aufgehen. Die vier Prozessstufen (Kodifizierung, Implementierung, Systematisierung und Organisation) sind dabei charakteristisch, wobei die Definition des Begriffs der Prozessstufen in der Literatur teilweise variiert.³⁰ Die Abbildung 2 veranschaulicht beispielhaft die Prozessstufen eines Wertemanagements.

3 Zusammenfassung

Moderne Corporate Governance-Ansätze gehen über die rein legalistische Denkweise einer Compliance zur Schadensabwehr hinaus und inkludieren wirtschaftsethische und unternehmenskulturelle Dimensionen. Zwar bleiben kontrollbasierte Unternehmensstrukturen unabdingbar für eine erfolgreiche Corporate Governance, für die Durchsetzung in ein Unterneh-

²⁷ Vgl. Weidinger, R., EMB-Wertemanagement Bau - Compliance Management System (I), 2012, S. 20., vgl. auch Wieland, J., Wertemanagement Leitfaden, 2004, S. 23f.

²⁸ Eigene Darstellung in Anlehnung an Wieland, J.; Grüninger, S., Dezentralisierung und weltweite Kooperationen, 2000, S. 123ff., vgl. auch Wieland, J., Wertemanagement Leitfaden, 2004, S. 25., vgl. auch Noll, B., Wirtschafts- und Unternehmensethik, 2002, S. 113.

²⁹ Vgl. Wieland, J., Integritäts- und Compliance-Management als Corporate Governance, 2014, S. 30ff.

³⁰ Vgl. Weidinger, R., EMB-Wertemanagement Bau - Compliance Management System (I), 2012, S. 21.

men ist jedoch ein spezifisches ausgewogenes Gleichgewicht zwischen legalistischen kontrollbasierten Compliance-Maßnahmen und selbststeuernden vertrauensbasierten Integritätsmaßnahmen einzustellen. Gerade bei steigender Systemkomplexität, die insbesondere auf das Projektgeschäft der Bauwirtschaft zutrifft, ist die vollständige Regulierung sämtlicher Eventualitäten zur Vermeidung unmoralischen oder sogar gesetzeswidrigen Verhaltens unmöglich.

Literaturverzeichnis**Berle/Means (1932)**

Berle, Adolf A.; Means, Gardiner C., [The modern corporation and private property, 1932]: The modern corporation and private property, New Brunswick, N.J., U.S.A.: Transaction Publishers, 1932.

Carroll (1979)

Carroll, Archie, B., [Model of Corporate Performance, 1979]: A Three-Dimensional Conceptual Model of Corporate Performance, The Academy of Management Review: Vol. 4, No. 4, 1979, S. 497–505.

Crane/Matten/ Spence (2014)

Crane, Andrew; Matten, Dirk; Spence, Laura J., [Corporate social responsibility, 2014]: Corporate social responsibility, 2nd ed., London, New York, NY: Routledge, 2014.

Davis (1973)

Davis, Keith, [For and Against Social Responsibilities, 1973]: The Case For and Against Business Assumption of Social Responsibilities, Academy of Management Journal: 2, 1973, S. 312–322.

Europäische Kommission (2001)

Europäische Kommission, [Grünbuch: soziale Verantwortung, 2001]: Europäische Rahmenbedingungen für die soziale Verantwortung der Unternehmen; Grünbuch, 2001.

Friske/Bartsch/Schmeisser (2005)

Friske, Cindy; Bartsch, Elmar; Schmeisser, Wilhelm, [Einführung in die Unternehmensethik, 2005]: Einführung in die Unternehmensethik; Erste theoretische, normative und praktische Aspekte : Lehrbuch für Studium und Praxis, 1. Aufl., München [u.a.]: Hampp, 2005.

Hartmann(1962)

Hartmann, Nicolai, [Ethik, 1962]: Ethik, 4., unveränderte Aufl., Berlin: Gruyter, 1962.

Kunze (2008)

Kunze, Max, [Unternehmensethik und Wertemanagement in Familien- und Mittelstandsunternehmen, 2008]: Unternehmensethik und Wertemanagement in Familien- und Mittelstandsunternehmen; Projektorientierte Analyse, Gestaltung und Integration von Werten und Normen, 1. Aufl., Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler / GWV Fachverlage, Wiesbaden, 2008.

Nainawat/Meena (2013)

Nainawat, Renu; Meena, Ravi, [CG and Business Ethics, 2013]: Corporate Governance and Business Ethics, Global Journal of Management and Business Studies: 3/10, 2013, S. 1085–1090.

Noll (2002)

Noll, Bernd, [Wirtschafts- und Unternehmensethik, 2002]: Wirtschafts- und Unternehmensethik in der Marktwirtschaft, Stuttgart, Berlin, Köln: Kohlhammer, 2002.

Schüz (1999)

Schüz, Mathias, [Werte - Risiko - Verantwortung, 1999]: Werte - Risiko - Verantwortung; Dimensionen des Value-Managements, München: Gerling-Akad.-Verl., 1999.

Steinmeyer/Späth (2014)

Steinmeyer, Roland; Späth, Patrick, [Legal Compliance, 2014]: Rechtliche Grundlagen und Rahmenbedingungen ("Legal Compliance"). in: Wieland, Josef; Steinmeyer, Roland; Grüninger, Stephan: Handbuch Compliance-Management; Konzeptionelle Grundlagen, praktische Erfolgsfaktoren, globale Herausforderungen, 2., völlig neu bearb. und wesentlich erw. Aufl.: Berlin, Schmidt, 2014, S. 241–290.

Werder (2009)

Werder, Axel von, [Ökonomische Grundfragen der Corporate Governance, 2009]: Ökonomische Grundfragen der Corporate Governance. in: Hommelhoff, Peter; Hopt, Klaus J.; Werder, Axel von: Handbuch corporate governance; Leitung und Überwachung börsennotierter Unternehmen in der Rechts- und Wirtschaftspraxis, 2., überarb. Aufl.: Stuttgart, Köln, Schäffer-Poeschel; Schmidt, 2009, S. 3–38.

Weidinger (2012)

Weidinger, Richard, [EMB-Wertemanagement Bau - Compliance Management System (I), 2012]: Das EMB-Wertemanagement Bau - Erfolgreicher Prototyp eines wertegetriebenen Compliance (Teil 1) Management Systems, Information Baurationalisierung, S. 20–23.

Wieland (2002)

Wieland, Josef, [WerteManagement und Corporate Governance, 2002]: WerteManagement und Corporate Governance, Konstanz: Konstanz Institut für Wertemanagement - KleM, 2002.

Wieland (2004)

Wieland, Josef, [Wertemanagement Leitfaden, 2004]: Wozu Wertemanagement? Ein Leitfaden für die Praxis. in: Wieland, Josef: Handbuch Wertemanagement; Erfolgsstrategien einer modernen corporate governance, 1. Aufl.: Hamburg, Murmann, 2004, S. 13–55.

Wieland (2014)

Wieland, Josef, [Integritäts- und Compliance-Management als Corporate Governance, 2014]: Integritäts- und Compliance-Management als Corporate Governance - konzeptionelle Grundlagen und Erfolgsfaktoren. in: Wieland, Josef; Steinmeyer, Roland; Grüninger, Stephan: Handbuch Compliance-Management; Konzeptionelle Grundlagen, praktische Erfolgsfaktoren, globale Herausforderungen, 2., völlig neu bearb. und wesentlich erw. Aufl.: Berlin, Schmidt, 2014.

Wieland/Steinmeyer/Grüninger (2014)

Wieland, Josef; Steinmeyer, Roland; Grüninger, Stephan, [Handbuch Compliance-Management, 2014]: Handbuch Compliance-Management; Konzeptionelle Grundlagen, praktische Erfolgsfaktoren, globale Herausforderungen, 2., völlig neu bearb. und wesentlich erw. Aufl., Berlin: Schmidt, 2014

Nachtragsprävention als Besondere Leistung – Teil 1

Entwurf einer Leistungsbeschreibung

A. Knopp

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141106-0>

Alexander Knopp, M.Sc.

Lehrstuhl und Institut für Baubetrieb und Projektmanagement

RWTH Aachen University

knopp@ibp.rwth-aachen.de

Prof. Schiffers BauConsult GmbH & Co. KG

knopp@schiffers-bauconsult.de

Inhalt

1	Einleitung	140
2	Untersuchungsmethodik.....	140
3	Verständnis der Nachtragsprävention	141
4	Leistungsbeschreibung der Nachtragsprävention.....	142
	4.1 Entwurf von nachtragsrelevanten Vertragsbedingungen	142
	4.2 Prüfung der Vertragsunterlagen vor Ausschreibung.....	143
	4.3 Aufklärungsgespräche zum Bau- und Vergütungssoll	145
5	Fazit und Ausblick	146

1 Einleitung

Der Umgang mit Nachträgen – den Bauinhalt und die Baumstände betreffend – zeigt sich seit jeher in der Praxis als wirtschaftlich relevant und zudem überaus konflikträftig. Auftragnehmerseits sind eigene Kompetenzstellen in den Organisationsstrukturen weitgehend etabliert; auftraggeberseits hingegen sind systematische Ansätze zur ganzheitlichen Professionalisierung des Nachtragsmanagements nur spärlich zu beobachten.¹ Der Literatur sind vereinzelt – direkt und indirekt – Ansätze zu entnehmen, die eine Vermeidung von Nachträgen forcieren. Zum einen handelt es sich hierbei um die Nachtragsprävention², die der Eindämmung ungewollter Nachträge innerhalb der bestehenden Konventionen und Rechtsrahmen dienen soll.³ Zum anderen werden insbesondere Partneringansätze weiterentwickelt, die grundsätzlich darauf abzielen, das gegebene System, in dem Nachträge in der bekannten Form existieren, zu verändern.⁴

Nachfolgend wird der Fokus auf die Nachtragsprävention im Kontext der gültigen Vergabe- und Vertragregelungen der VOB resp. der konventionellen Projektabwicklungsformen gelegt.⁵ Motivation der Bearbeitung ist hierbei, dass die präventive Beachtung von möglichen, doch ungewollten, Nachträgen bislang nur vereinzelt und rudimentär beschrieben wird; die organisatorische Veranlassung wird dabei bislang nicht berücksichtigt und adäquate Leistungsbilder für die Praxisverwertung existieren nicht.

2 Untersuchungsmethodik

Der angestellten Untersuchung werden folgende Prämissen zugrundegelegt, die in einer vorgeschalteten, systematischen und zunächst breit angelegten Literaturrecherche ermittelt werden konnten:

- A) Es ist allseitiges Bewusstsein der Praxis, dass die Entstehung von Nachträgen in Bauprojekten nie gänzlich ausgeschlossen werden kann.⁶
- B) Nachtragsursachen lassen sich in Anlehnung an *Racky*⁷ zweckmäßig wie folgt typologisieren:
 - i. Mangelhafte Leistungsbeschreibung
 - ii. Unzureichende Erfüllung von Mitwirkungshandlungen
 - iii. Anordnungen des Auftraggebers
 - iv. Sonstige Einflüsse (Witterung, höhere Gewalt etc.)

¹ Knopp (2017), S. 165.

² Synonyme Verwendung der Begriffe Nachtragsprophylaxe, präventives Nachtragsmanagement o.ä.

³ Bspw. Elwert/Flassak (2010), S. 163; Eschenbruch (2015), Rdn. 1014; Girmscheid (2013); Girmscheid/Briner/Glättli (2003); Langen/Schiffers (2005), Rdn. 1237, 1598.

⁴ Bspw. Würfele/Gralla/Sundermeier (2019), Rdn. 2763 ff.

⁵ Zur weiteren und expliziten Abgrenzung der Ausarbeitung: die letztgenannten Ansätze zu grundsätzlich alternativen Projektabwicklungsformen sind an dieser Stelle nicht untersuchungsgegenständlich.

⁶ Bspw. Girmscheid/Briner/Glättli (2003), S. 12 oder Würfele/Gralla/Sundermeier (2012), Rdn. 2765.

⁷ Racky (1997), S. 93; hier abgewandelt entsprechend Würfele/Gralla/Sundermeier (2012), Rdn. 2771.

- C) Die Nachtragsprävention wird als bausollorientiert verstanden und setzt infolgedessen ausschließlich an der typischen Nachtragsursache der mangelhaften Leistungsbeschreibung (Ursachentypus i) an.⁸
- D) Als Leistungsbeschreibung wird die „Leistungsbeschreibung im weiteren Sinn“ (i.w.S.) nach *Kapellmann/Schiffers/Markus*⁹ verstanden, die wiederum gemäß dem Totalitätsprinzip¹⁰ dem Bausoll als Gesamtheit aller zum Vertragsinhalt gewordenen Unterlagen entspricht.¹¹

Auf Basis der festgelegten Prämissen werden die Handlungsmöglichkeiten des Auftraggebers zur Nachtragsprävention während der Ausführungsvorbereitung erörtert. Dies erfolgt jeweils theoriegeleitet durch denklogische Schlussfolgerungen auf Basis der bereits umfassend vorhandenen Literatur zu den fachlich-inhaltlichen Grundlagen des Nachtragswesens. Hierauf aufbauend werden im Ergebnis Aufgaben der Nachtragsprävention induziert, die als Konkretisierung resp. Ergänzung der Standard-Leistungsbilder des AHO¹² und der HOAI¹³ bei der auftraggeberseitigen Organisationsgestaltung praktische Anwendung finden können.

Die systematische Untersuchung, ob und inwieweit die hergeleiteten Leistungen der Nachtragsprävention bereits von v.g. Standard-Leistungsbildern abgedeckt sind, erfolgt im Teil 2.¹⁴

3 Verständnis der Nachtragsprävention

Wird die Prävention als eine Vorsorge verstanden, die der Vorbeugung von zukünftigen ungewollten Ereignissen dient, betrifft dies im Kontext des auftraggeberseitigen Nachtragsmanagements¹⁵ zunächst die Entstehung von ungewollten Nachträgen, die sich zwangsläufig aus einer mangelhaften Leistungsbeschreibung ergeben. Etwas weiter gefasst ist darunter jedoch auch die Vorsorge zu verstehen, dass der Umgang mit Nachträgen an sich – also die Nachtragsabwicklung von Auftragnehmer und Auftraggeber während der Ausführung – entsprechend den auftraggeberseits gewünschten Bedingungen und Erfordernissen erfolgt; die Prävention umfasst insoweit also auch die Bereitstellung der „Spielregeln“, um – im Sinne des Auftraggebers – sachgerecht mit Nachträgen umgehen zu können.

⁸ Die Ursachentypen ii, iii und iv betreffen das Bauist und werden dementsprechend hinsichtlich der Prävention dienlichen Aufgaben zu einer späteren Projektphase im Rahmen des proaktiven Auftraggeber-Nachtragsmanagements relevant, welches in vorliegender Ausarbeitung jedoch nicht weiter Untersuchungsgegenstand sein soll.

⁹ Kapellmann/Schiffers/Markus (2017), Rdn. 178, 125 f. und 148 ff.

¹⁰ Auch „Totalität aller Vertragsbestandteile“, vgl. Kapellmann/Schiffers/Markus (2017), Rdn. 178; Kapellmann/Messerschmidt (2018), VOB/B § 2, Rdn. 26.

¹¹ Zur weiteren Abgrenzung: Als Leistungsbeschreibung im engeren Sinn (i.e.S.) wird die Leistungsbeschreibung mit Leistungsverzeichnis gem. § 7b Abs. 1 VOB/A oder mit Leistungsprogramm gem. § 7c Abs. 2 S. 1 VOB/A verstanden; die Leistungsbeschreibung i.e.S. ist Teil der Leistungsbeschreibung i.w.S.

¹² AHO-Leistungsbild = Leistungsbild Projektsteuerung gem. AHO (2014), S. 10-22.

¹³ HOAI-Leistungsbild = Leistungsbild Objektplanung, Gebäude und Innenräume gem. § 34 HOAI, Anlage 10.

¹⁴ Knopp (2018b).

¹⁵ Unter der zugrunde gelegten Prämisse C, Kapitel 2.

Sowohl die technisch-wirtschaftlichen als auch die rechtlichen Vorgaben des Auftraggebers sind Gegenstand der Leistungsbeschreibung i.w.S. mithin der Vertragsunterlagen als Teil der Vergabeunterlagen gem. § 8 Abs. 1 VOB/A und somit – nach Vertragsschluss – Bausoll und Grundlage etwaiger Nachtragsfragen.

Für die Nachtragsprävention ist hierbei bedeutsam, dass das Bausoll zwar per Zäsur des Vertragsschlusses fixiert wird, dass es jedoch zuvor in Abhängigkeit von der vorvertraglichen Interaktion zwischen den zukünftigen Vertragspartnern eine sukzessive Entwicklung annahm, die das jeweilige Soll-Verständnis prägt.

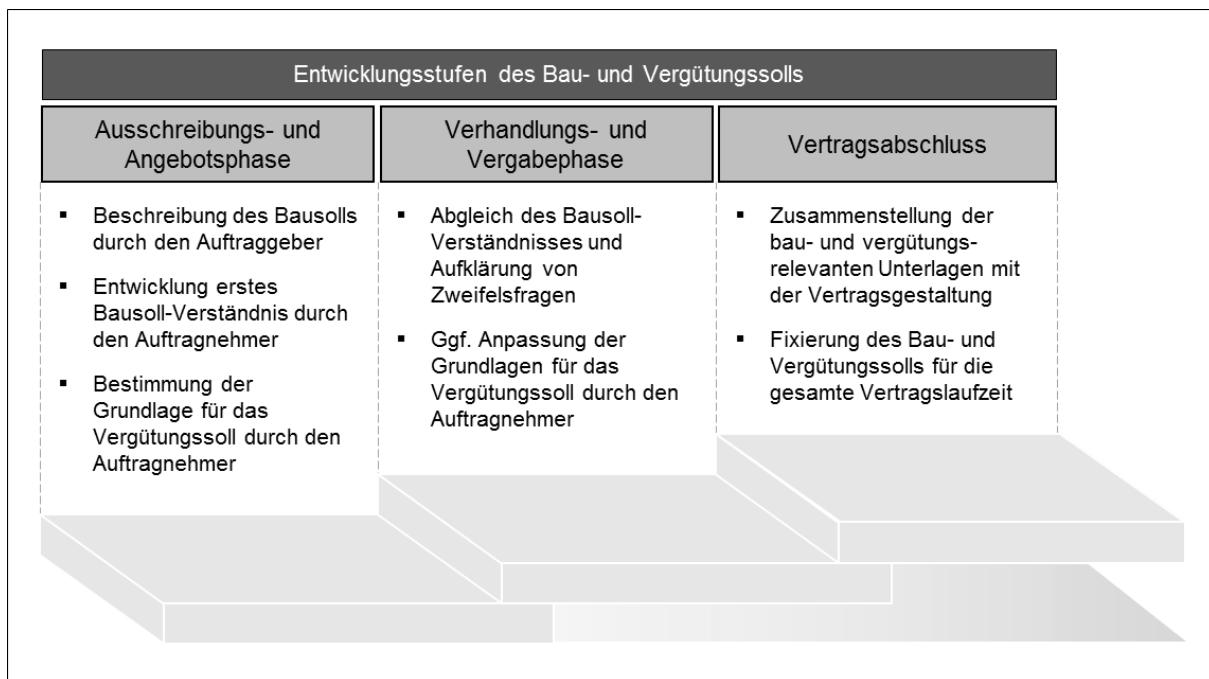


Abbildung 1: Entwicklungsstufen des Bau- und Vergütungssolls

Das Bau- und Vergütungssoll entwickelt sich dementsprechend – wie schematisch in Abbildung 1 dargestellt – von der ersten Formulierung der Leistungsbeschreibung für die Ausschreibung, über Aufklärungsgespräche mit den Bietern hin bis zum finalen Vertragsabschluss weiter. Eine durchgängige Nachtragsprävention setzt auf allen Entwicklungsstufen des Vertragssolls an und trägt dafür Sorge, dass signifikante Abweichungen des Soll-Verständnisses zwischen den Vertragspartnern verhindert werden.

4 Leistungsbeschreibung der Nachtragsprävention

4.1 Entwurf von nachtragsrelevanten Vertragsbedingungen

Der Frage, wie mit etwaigen in der Ausführungsphase anfallenden Nachträgen umgegangen werden soll, sollte grundlegend zunächst unter strategischen Gesichtspunkten begegnet

werden.¹⁶ Für die Umsetzung der insoweit zu treffenden Festlegungen des Auftraggebers ist speziell im Hinblick auf die Schnittstellen zum Auftragnehmer der zu schließende Bauvertrag resp. die zugehörigen Vertragsbedingungen maßgeblich.¹⁷ Werden also bei der Vertragsgestaltung nicht mit der Nachtragsstrategie übereinstimmende Regelungen entworfen, können hieraus ambivalente Verhaltensweisen, Unklarheiten und schließlich Streitsituationen zwischen den Vertragsparteien resultieren, die insofern auch ein Rechtsrisiko des Auftraggebers darstellen. In jedem Fall besteht mithin das Risiko, dass die festgelegte Nachtragsstrategie nicht erfolgreich umgesetzt werden kann.¹⁸

Im Sinne der Nachtragsprävention ergibt sich dementsprechend Handlungsbedarf im Kontext der Bauvertragsgestaltung und dort insb. im Hinblick auf etwaige nachtragsrelevanten Regelungen.

Leistungsbeschreibung

Der Entwurf nachtragsrelevanter Vertragsbedingungen erfolgt auf Basis der vorgeschalteten Festlegungen zu den Zielen und der Ausrichtung des Nachtragsmanagements. Regelungsrelevant sind im Besonderen die Anspruchsgrundlagen für Nachträge, die Nachweisführung bei Nachtragsforderungen, baubetriebliche Bewertungsmaßstäbe der finanziellen und terminlichen Nachtragsauswirkungen, die Dokumentation der Bauausführung sowie ggf. organisatorische Fragen der Nachtragsabwicklung.

Entwurf bedeutet hier die schriftliche Ausarbeitung eines Arbeitsergebnisses.¹⁹

4.2 Prüfung der Vertragsunterlagen vor Ausschreibung

Mit Veröffentlichung der Leistungsbeschreibung i.w.S. und Aufforderung zur Angebotsabgabe schreibt der Auftraggeber die geplante Bauleistung aus; etwaige Bieter geben auf dieser Grundlage ihr Angebot ab. Dem auftraggeberseits beschriebenen Bausoll wird somit ein auftragnehmerseits kalkuliertes Vergütungssoll gegenübergestellt. Bis zum Vertragsschluss sind diese jedoch als vorläufige Soll-Angaben zu verstehen.²⁰

Genügt die Leistungsbeschreibung nicht, um das später tatsächlich erforderlich werdende Bauist sachgerecht im Voraus abzubilden, folgen in der Ausführung Soll-Ist-Abweichungen – die Leistungsbeschreibung war dann mangelhaft.

Der Auftraggeber verantwortet die Richtigkeit der Leistungsbeschreibung i.w.S. bzw. des späteren Bausolls. Dies gilt sowohl für den Fall der unbeabsichtigt falschen als auch für den Fall der vorsätzlich falschen Ausschreibung. Da speziell die Hinweispflicht des Auftragnehmers nach § 4 Abs. 3 VOB/B lediglich für den geschlossenen Vertrag gilt, kann während des

¹⁶ Die strategischen Aspekte des auftraggeberseitigen Nachtragsmanagements sind nicht Untersuchungsgegenstand der vorliegenden Ausarbeitung.

¹⁷ Bspw. Vertragsregelungen zu den Grundlagen der Nachtragskalkulation oder Vorgaben für eine einheitliche Nachtragsbehandlung, vgl. Eschenbruch (2017), S. 303 f., 312.

¹⁸ Knopp (unveröffentlicht).

¹⁹ In Übereinstimmung mit der Definition „Erstellen/Aufstellen“ der AHO-Fachkommission, vgl. AHO (2014), S. 10.

²⁰ Reister (2014), S. 2, 5.

Angebotsstadiums nur von einer „durchschnittlichen Sorgfalt“²¹ seitens des Bieters ausgegangen werden; eine besondere Pflicht, bereits im Angebotsstadium Hinweise auf eine falsche Planung zu geben, besteht nicht.²² D.h. etwaige aufgrund der fehlerhaften Leistungsbeschreibung erforderlichen Ausführungsabweichungen münden in berechtigten Nachtragsforderungen des Auftragnehmers.

Hierbei sind – neben inhaltlichen Planungsfehlern – folgende Fehlerpotentiale hinsichtlich der Leistungsbeschreibung zu beachten:

- Widersprüche zwischen den Bestandteilen der Leistungsbeschreibung,
- Widersprüche zwischen Text und Plan,
- lückenhafte Leistungsbeschreibung,
- missverständliche Leistungsbeschreibung,
- irreführende Leistungsbeschreibung,
- unzutreffende Mengenangaben.²³

Im Sinne der Nachtragsprävention ergibt sich dementsprechend Handlungsbedarf, das Ausschreibungskonvolut vor Veröffentlichung gezielt hinsichtlich der kategorisierten Fehlerpotentiale zu überprüfen und damit Mängel der Leistungsbeschreibung zu identifizieren, um im Weiteren eine Korrektur vor Ausschreibung veranlassen zu können und schließlich potentielle Soll-Ist-Abweichungen resp. Nachträge nach Vertragsschluss einzudämmen.

Leistungsbeschreibung

Die grundsätzliche, formale Prüfung betrifft die gesamte Leistungsbeschreibung i.w.S. und zielt darauf ab, formulierungsbedingte und strukturelle – also die Form betreffende – Defizite zu identifizieren und somit Missverständnissen und Irreführungen der Bieter vorzubeugen.

Die baubetriebliche Prüfung betrifft ebenfalls die gesamte Leistungsbeschreibung i.w.S. und zielt schwerpunktmäßig auf die Angaben ab, die die Baumstände und Aspekte der Leistungsabgrenzung (bspw. Schnittstellen zu anderen Gewerken oder erforderliche Planungsleistungen) betreffen; insoweit werden baumstands- bzw. baubetriebsrelevante Lücken und Widersprüche der Leistungsbeschreibung identifiziert. Hierbei sind ebenfalls die Vertragsbedingungen prüfungsgegenständlich, die baubetriebliche Risiken und Regelungen zum Umgang mit nachtragsrelevanten Sachverhalten betreffen.

Die technisch-inhaltliche Prüfung betrifft vordergründig die Leistungsbeschreibung i.e.S. sowie sonstige Technische Vertragsbedingungen (VOB/C, ZTV). Sie zielt auf Lücken sowie Widersprüche zwischen den besagten Dokumenten oder Widersprüche zwischen den einzelnen Bestandteilen der Leistungsbeschreibung i.e.S. (Text, Pläne, Gutachten o. ä.), die zu Verständnisdefiziten der Beschreibung in technisch-inhaltlicher Hinsicht führen können, ab.

²¹ Es ist nicht zu erwarten, dass dem Bieter Fehler auffallen, die die Planer und Sonderfachmänner während der intensiven Planung übersehen haben. Die durchschnittlich sorgfältige Prüfung des Bieters sollte allenfalls Fehler identifizieren, die „gewissermaßen sofort stutzig machen und „ins Auge springen“, vgl. Kapellmann/Schiffers/Markus (2017), Rdn. 210.

²² Kapellmann/Schiffers/Markus (2017), Rdn. 157 f.

²³ Kapellmann/Schiffers/Markus (2017), Rdn. 159 ff.

In einer tiefergehenden Abstufung kann zusätzlich die fachliche Richtigkeit der beschriebenen Leistung resp. der Ausschreibungsplanung überprüft werden.

Die Mengenprüfung betrifft die Vordersätze der Leistungsbeschreibung i.e.S. und die zugrundeliegenden bzw. ausschreibungsgegenständlichen Pläne. Sie zielt darauf ab, etwaige unzutreffende Mengenangaben zu korrigieren, um eine sachgerechte Angebotskalkulation zu ermöglichen und Spekulationen des Bieters bei seinerseitigem Erkennen von unzutreffenden Mengenangaben vorzubeugen.

In den aufgezeigten Schwerpunkten bedeutet *Prüfung*, das umfassende inhaltliche Prüfen auf fachliche und sachliche Richtigkeit anhand eines Prüfrasters sowie das Dokumentieren mittels eines nachvollziehbaren Prüfvermerks.²⁴

4.3 Aufklärungsgespräche zum Bau- und Vergütungssoll

Entwickeln Auftraggeber und Bieter im Zuge der bereits erfolgten Ausschreibung und Angebotserstellung – unabhängig von der Ursache dessen Entstehung – ein jeweils unterschiedliches Verständnis vom Bausoll, besteht das Risiko, dass das auftragnehmerseits angebotene Vergütungssoll jedenfalls nicht das Äquivalent zum Bausoll-Verständnis des Auftraggebers darstellt.²⁵ Versäumt der Auftraggeber vor Vertragsschluss die Aufklärung eines derartigen Dissenses, ergeben sich daraus zukünftige Bausoll-Vergütungssoll-Konflikte als mögliche Nachtragspotentiale. Die Aufklärung des Dissenses würde nach Vertragsschluss über eine Auslegung erfolgen.²⁶ Im Hinblick auf das Nachtragspotential ist zu berücksichtigen, dass bei Aufklärung durch Auslegung i.S.d. Auftragnehmerversständnisses ein Vergütungsanspruch des Auftragnehmers besteht. Führt die Auslegung im Ergebnis zur objektiven Richtigkeit des Auftraggeberverständnisses, schuldet der Auftragnehmer die Ausführung der Bauleistung i.d.S. nach der vereinbarten Vergütung.²⁷ In dem seltenen Fall des auftraggeberseitigen Verschuldens bei Vertragsschluss aufgrund der Pflichtverletzung durch missverständliche Ausschreibung können zudem Schadensersatzansprüche des Auftragnehmers berechtigt sein.²⁸

Weiter zu beachten ist, dass – sofern es zu nachtragsrelevanten Veränderungen des Bauinhalts oder der Bauumstände kommt – auch Klarheit über die baubetrieblichen Bewertungsmaßstäbe herrscht, welche der vertragskonformen Ermittlung der finanziellen und terminlichen Nachtragsauswirkungen zugrunde gelegt werden sollen (Kalkulationsgrundlagen und Soll-Terminplan). Werden in den Vertragsbedingungen hierzu spezifische Vorgaben gemacht (z.B. Anforderungen an den Aufbau und Aussagegehalt der Auftragskalkulation und des Soll-Terminplans, Vereinbarung zur Hinterlegung der Auftragskalkulation), sollte die Umsetzung

²⁴ In Anlehnung an die Definition „Prüfen“ der AHO-Fachkommission, vgl. AHO (2014), S. 10.

²⁵ Vygen et al. (2015), Teil A, Rdn.175.

²⁶ Zur Methodik der Auslegung: Kniffka/Koeble (2014), Rdn. 69 ff.; Kapellmann/Schiffers/Markus (2017), Rdn. 175 ff.

²⁷ Kapellmann/Schiffers/Markus (2017), Rdn. 174.; den zugrunde zu legenden Empfängerhorizont einschränkend ist weiter die Prüfpflicht des Auftragnehmers zu berücksichtigen, vgl. Kapellmann/Schiffers/Markus (2017), Rdn. 186-229.

²⁸ Kapellmann/Schiffers/Markus (2017), Rdn. 244.

und ggf. Aufklärung von Zweifelsfragen zugunsten einer beiderseits verlässlichen Verwendung vor Vertragsschluss sichergestellt werden.

Nachtragspotentiale ergeben sich insofern während der Verhandlungs- und Vergabephase aus nicht aufgedecktem Dissens zum Soll der Bauinhalte, der Baumstände und der Vergütung. Die Handlungsmöglichkeiten der Nachtragsprävention liegen dementsprechend in einer frühzeitigen Identifizierung von derart möglichen Dissensen einer zielgerichteten Aufklärung sowie deren Protokollierung für den Vertragsabschluss.

Leistungsbeschreibung

Die Vorbereitung der spezifischen Aufklärungsgespräche bedarf der systematischen Analyse der Angebotsunterlagen unter der Zielsetzung, etwaige ggf. unvollständige oder möglicherweise missverständliche Angaben des Bieters im Kontext des objektiven Verständnisses der Ausschreibungsunterlagen zu identifizieren und zu dokumentieren. Differenziert werden kann hier zwischen technisch-inhaltlichen Aufklärungsfragen, die den Bauinhalt betreffen, und baubetrieblichen Aufklärungsfragen, die die Baumstände und die Angebotspreise resp. -kalkulation betreffen.

Die Führung der spezifischen Aufklärungsgespräche bedarf der Teilnahme sowie der aktiven Gesprächsführung zur Beantwortung der Aufklärungsfragen, die im Rahmen der Vorbereitung als nachtragsrelevant identifiziert werden. Für die gezielte Aufklärung von Sonderfragen bzw. die Überprüfung der für das Nachtragsmanagement relevanten baubetrieblichen Bewertungsmaßstäbe sind ggf. separate Termine außerhalb der originären Aufklärungsgespräche zweckmäßig.

Die Protokollierung der spezifischen Aufklärungsgespräche bedarf einer strukturierten und nachvollziehbaren Erfassung der erlangten Erkenntnisse und sollte bei Vertragsschluss als Vertragsanlage zur weiteren Konkretisierung der Leistungsbeschreibung erfasst werden.

5 Fazit und Ausblick

Der vorliegende Entwurf einer Leistungsbeschreibung für die bausollorientierte Nachtragsprävention des Auftraggebers greift die sukzessive Entwicklung des Sollverständnisses der Vertragspartner auf und betrifft insoweit die unterschiedlichen Aktivitäten vor Vertragsschluss. Die jeweils beschriebenen Aufgaben und definierten Teilleistungen der Nachtragsprävention lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- 1) Entwurf von nachtragsrelevanten Vertragsbedingungen
- 2) Prüfung der Vertragsunterlagen vor Ausschreibung
 - a) Formale Prüfung
 - b) Baubetriebliche Prüfung
 - c) Technisch-inhaltliche Prüfung
 - d) Mengenprüfung
- 3) Aufklärungsgespräche zum Bau- und Vergütungssoll
 - a) Vorbereitung der spezifischen Aufklärungsgespräche

- b) Führung der spezifischen Aufklärungsgespräche
- c) Protokollierung der spezifischen Aufklärungsgespräche

Mit Blick auf die Struktur und die Inhalte der AHO- und HOAI-Leistungsphasen sind die Leistungen der Nachtragsprävention qualitativ wie in Abbildung 2 dargestellt zu verorten.

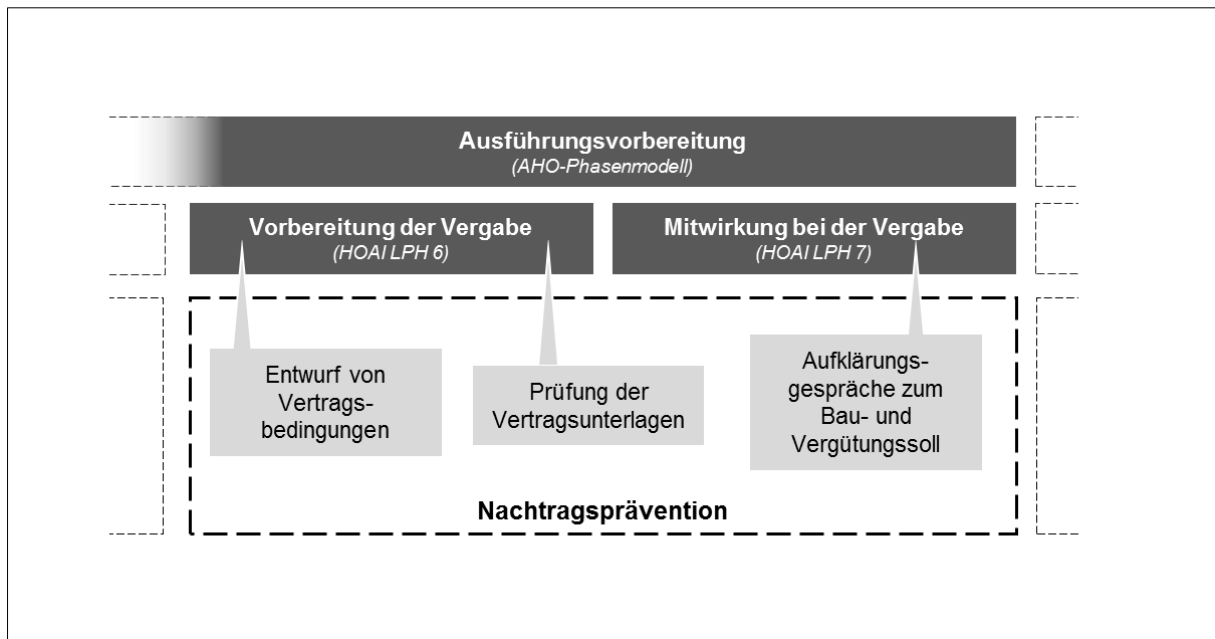


Abbildung 2: Qualitative Verortung der Nachtragsprävention in den Phasen des AHO und der HOAI

Hierbei ist weiter die Frage, ob und inwieweit die beschriebenen Leistungen der Nachtragsprävention bereits von den Standard-Leistungsbildern des AHO und der HOAI abgedeckt werden und somit bei deren Vollbeauftragung von Planer und Projektsteuerer ohnehin geschuldet werden oder ob es sich hierbei um separat zu betrachtende ‚Besondere Leistungen‘ handelt, von eminenter Praxisrelevanz. Diese Frage wird im Teil 2²⁹ gesondert untersucht.

Die vorliegend untersuchten Aspekte der Nachtragsprävention stellen ein ausgegliedertes Element eines ganzheitlichen Nachtragsmanagementsystems für die Auftraggeberseite dar, welches Forschungsgegenstand der aktuell in Bearbeitung befindlichen Dissertation des Verfassers ist.

²⁹ Knopp (2018b)

Literaturverzeichnis**AHO (2014)**

Ausschuss der Verbände und Kammern der Ingenieure und Architekten für die Honorarordnung e.V.: AHO-Schriftenreihe Heft 9: Projektmanagementleistungen in der Bau- und Immobilienwirtschaft – erarbeitet von der AHO-Fachkommission „Projektsteuerung/Projektmanagement“. 4., vollständig überarbeitete Auflage, Berlin: Bundesanzeiger, 2014

Elwert/Flassak (2010)

Elwert, Ulrich; Flassak, Alexander: Nachtragsmanagement in der Baupraxis – Grundlagen, Beispiele, Anwendung. 3. Auflage, Wiesbaden: Vieweg + Teubner, 2010

Eschenbruch (2015)

Eschenbruch, Klaus: Projektmanagement und Projektsteuerung für die Immobilien- und Bauwirtschaft. 4. Auflage, Köln: Werner, 2015

Eschenbruch (2017)

Eschenbruch, Klaus: Bauvertragsmanagement – Gestaltung, Änderung und Abwicklung von Verträgen sowie Konfliktbewältigung in Bauprojekten. 1. Auflage, Köln: Werner, 2017

Girmscheid (2013)

Girmscheid, Gerhard: Nachtragsmanagement – eine unvermeidbare Plage? In: Bauingenieur, Band 88, 2013, S. 351-357

Girmscheid/Briner/Glättli (2003)

Girmscheid, Gerhard; Briner, Hans; Glättli, Michael: Faires Nachtragsmanagement – Leitfaden für Bauunternehmen und Bauherren. 1. Auflage, Bern: h.e.p., 2003

Kapellmann/Schiffers/Markus (2017)

Kapellmann, Klaus D.; Schiffers, Karl-Heinz; Markus, Jochen: Vergütung, Nachträge und Behinderungsfolgen beim Bauvertrag – Band 1: Einheitspreisvertrag. 7. Auflage, Köln: Werner, 2017

Kapellmann/Messerschmidt (2018)

Kapellmann, Klaus D.; Messerschmidt, Burkhard: VOB Teile A und B – Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen mit Vergabeordnung (VgV). 6. Auflage, München: C.H. Beck, 2018

Kniffka/Koeble (2014)

Kniffka, Rolf; Koeble, Wolfgang: Kompendium des Baurechts. 4. Auflage, München: C.H. Beck, 2014

Knopp (2017)

Knopp, Alexander: Einblicke in das auftraggeberseitige Nachtragsmanagement. In: Tagungsband 28. BBB-Assistententreffen. Kaiserslautern: Fachgebiet Baubetrieb & Bauwirtschaft der Technischen Universität Kaiserslautern, 2017, S. 163-170

Knopp (2018a)

Knopp, Alexander: Nachtragsprävention als Besondere Leistung – Teil 1, Entwurf einer Leistungsbeschreibung. In: Tagungsband 29. BBB-Assistententreffen. Braunschweig, 2018

Knopp (2018b)

Knopp, Alexander: Nachtragsprävention als Besondere Leistung – Teil 2, Analyse der Leistungsbilder des AHO und der HOAI. In: Tagungsband 29. BBB-Assistententreffen. Braunschweig, 2018

Langen/Schiffers (2005)

Langen, Werner; Schiffers, Karl-Heinz: Bauplanung und Bauausführung – Eine juristische, baubetriebliche und organisatorische Gesamtdarstellung der Baudurchführung einschließlich des Schlüsselfertigbaus. 1. Auflage, Köln: Werner, 2005

Racky (1997)

Racky, Peter: Entwicklung einer Entscheidungshilfe zur Festlegung der Vergabeform – Fortschrittbericht VDI Reihe 4 Nr. 142. Düsseldorf: VDI, 1997

Reister (2014)

Reister, Dirk: Nachträge beim Bauvertrag. 3. Auflage, Köln: Werner, 2014

Vygen et al. (2015)

Vygen, Klaus; Joussen, Edgar; Lang, Andreas; Rasch, Dirk: Bauverzögerung und Leistungsänderung – Rechtliche und baubetriebliche Probleme und ihre Lösungen. 7. Auflage, Köln: Werner, 2015

Würfele/Gralla/Sundermeier (2012)

Würfele, Falk; Gralla, Mike; Sundermeier, Matthias: Nachtragsmanagement – Leistungsbeschreibung, Leistungsabweichung, Bauzeitverzögerung. 2. Auflage, Köln: Werner, 2012

Nachtragsprävention als Besondere Leistung – Teil 2

Analyse der Leistungsbilder des AHO und der HOAI

A. Knopp

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141107-0>

Alexander Knopp, M.Sc.

Lehrstuhl und Institut für Baubetrieb und Projektmanagement

RWTH Aachen University

knopp@ibp.rwth-aachen.de

Prof. Schiffers BauConsult GmbH & Co. KG

knopp@schiffers-bauconsult.de

Inhalt

1	Einleitung	152
2	Untersuchungsmethodik.....	152
3	Analyse der Standard-Leistungsbilder.....	152
3.1	Fokus: Entwurf von nachtragsrelevanten Vertragsbedingungen	152
3.2	Fokus: Prüfung der Vertragsunterlagen vor Ausschreibung	154
3.3	Fokus: Aufklärungsgespräche zum Bau- und Vergütungssoll	155
4	Fazit	156

1 Einleitung

Die frühzeitige Implementierung von Maßnahmen zur Nachtragsprävention ermöglicht dem Auftraggeber zum einen der Entstehung von ungewollten Nachträgen infolge mangelhafter Leistungsbeschreibung vorzubeugen. Zum anderen ermöglicht sie die Vorsorge dafür, dass die spätere Nachtragsbearbeitung nach festgelegten Maßgaben erfolgt, um opportunistisches Verhalten zu verhindern.

Während mit vorangestelltem Teil 1¹ der vorliegenden Ausarbeitung eine Leistungsbeschreibung für die Nachtragsprävention entworfen wurde, wird nachfolgend untersucht, ob und inwieweit die beschriebenen Teilleistungen bereits von den Standard-Leistungsbildern des AHO² und der HOAI³ abgedeckt werden, oder ob es sich hierbei um separat zu betrachtende 'Besondere Leistungen' handelt.

2 Untersuchungsmethodik

Die Untersuchung der v.g. Leistungsbeschreibung erfolgt anhand der etablierten Standard-Leistungsbilder des AHO und der HOAI. Hierbei werden speziell die Leistungen der Ausführungsvorbereitung (AHO) sowie der Vorbereitung der Vergabe (HOAI, LPH 6) und der Mitwirkung bei der Vergabe (HOAI, LPH 7) betrachtet, da die Aufgaben der Nachtragsprävention in dieser Projektphase zu verorten sind.

Die in Teil 1 hergeleiteten Teilleistungen werden systematisch mit den von Planer und Projektsteuerer geschuldeten Teilleistungen bei Beauftragung gem. HOAI- bzw. AHO-Leistungsbildern abgeglichen. Für das konkrete und praxisrelevante Verständnis des Ausmaßes der jeweiligen HOAI- und AHO-Leistungen wird auf die einschlägigen Kommentierungen zu den Leistungsbildern zurückgegriffen. Werden HOAI- und AHO-Teilleistungen identifiziert, die grundsätzlich dem Kontext der Nachtragsprävention zuordenbar sind, erfolgt eine genauere Prüfung hinsichtlich der Frage, ob die jeweilige Teilleistung der Nachtragsprävention bereits von den Standard-Leistungsbildern abgedeckt ist oder nicht, bzw. ob eine Adaption der Standardleistungsbilder zur Konkretisierung oder Ergänzung erforderlich ist.

3 Analyse der Standard-Leistungsbilder

3.1 Fokus: Entwurf von nachtragsrelevanten Vertragsbedingungen

HOAI-6-f: Zusammenstellen der Vergabeunterlagen für alle Leistungsbereiche⁴

Mit der gegenständlichen HOAI-Grundleistung obliegt es dem Planer in der Leistungsphase 6, „alles, was in technischer, wirtschaftlicher und rechtlicher Hinsicht aus der Sicht des Auftraggebers Verhandlungsgegenstand und deshalb Inhalt des mit dem Unternehmer abzu-

¹ Knopp (2018a)

² AHO-Leistungsbild = Leistungsbild Projektsteuerung gem. AHO (2014), S. 10-22.

³ HOAI-Leistungsbild = Leistungsbild Objektplanung, Gebäude und Innenräume gem. § 34 HOAI, Anlage 10.

⁴ HOAI, Anlage 10 zu § 34, LPH 6, Grundleistung f).

schließenden Vertrages werden soll“ für die Ausschreibung zusammenzustellen. Etwaige rechtliche Vertragsbedingungen – Allgemeine, Besondere und Zusätzliche – sowie etwaige technische Vertragsbedingungen – Allgemeine, Zusätzliche und individuell ergänzende – sind hierbei nach dem begrifflichen Verständnis des § 8 VOB/A eingeschlossen.⁵

Das über die Zusammenstellung hinausgehende Erstellen der einzelnen Vertragsbedingungen ist jedoch nicht von der Grundleistung der Planer erfasst.⁶ Insofern sind auch die in Teil 1 beschriebenen Leistungen der Nachtragsprävention an dieser Stelle nicht von der HOAI-Grundleistung abgedeckt.

HOAI-7-f: Zusammenstellen der Vertragsunterlagen für alle Leistungsbereiche⁷

Die Leistungsbilder der HOAI bilden einen idealisierten Planungs- und Vergabeablauf ab,⁸ sodass bei der hier in Rede stehenden Grundleistung der Leistungsphase 7 vorausgesetzt wird, dass bereits ein Entwurf der Vertragsunterlagen vorliegt (aus LPH 6, Grundleistung f, s.o.). In der Leistungsphase 7 können dementsprechend nur noch Anpassungen infolge von Vergabeverhandlungen denkbare Tätigkeiten im Kontext der Vertragsgestaltung sein.

Das Erstellen von Vertragsbedingungen an sich ist jedoch nicht Teil der Planer-Grundleistung.⁹ Zwar sind somit auch hier die Leistungen der Nachtragsprävention nicht abgedeckt; im Weiteren wird jedoch zur Erhaltung der HOAI-Systematik von einer Adaption der Grundleistung abgesehen.

AHO-3-E-5: Mitwirken bei der Vorgabe der Vertragstermine und -fristen für die Besonderen Vertragsbedingungen der Ausführungs- und Lieferleistungen¹⁰

Die Projektsteuerungs-Grundleistung betrifft die mit den Besonderen Vertragsbedingungen zu vereinbarenden Ausführungsfristen. Dem Projektsteuerer obliegt es insofern, die Vertragstermine für die jeweiligen Vergaben so eindeutig festzulegen, dass ein reibungsloser Bauablauf sichergestellt werden kann. Hierzu bedarf es der Erstellung eines Steuerungsterminplans des Gesamtprojekts durch den Projektsteuerer sowie der Prüfung des planerseits erstellten Bauablaufs und der planerseits vorgeschlagenen Vertragstermine¹¹ auf Verträglichkeit mit dem Steuerungsterminplan.¹²

Im AHO-Leistungsbild ist dies die einzige Grundleistung des Projektsteuerers, die ein eigenes inhaltliches Mitwirken im Kontext der Vertragsvorbereitung voraussetzt. Da diese sich

⁵ Korbion in Korbion/Mantscheff/Vygen (2016), § 34 HOAI, Rdn. 221 f.

⁶ Seifert/Fuchs in Fuchs/Berger/Seifert (2016), § 34 HOAI, Rdn. 239.

⁷ HOAI, Anlage 10 zu § 34, LPH 7, Grundleistung f).

⁸ Fuchs in Fuchs/Berger/Seifert (2016), Syst A V, Rdn. 90.

⁹ Seifert/Fuchs in Fuchs/Berger/Seifert (2016), § 34 HOAI, Rdn. 264.

¹⁰ AHO (2014), S. 18, Ausführungsvorbereitung, Handlungsbereichs E, Grundleistung Nr. 5.

¹¹ Das Vorschlagen von Vertrags- und Zwischenfristen durch den Planer wird vom AHO-Leistungsbild für die Prüfung und zur schließlichen Entscheidungsvorlage vorausgesetzt. Das HOAI-Leistungsbild sieht diese Aufgabe jedoch nicht explizit als Grundleistung vor; auch die HOAI-Kommentierung geht auf diesen Punkt nicht explizit ein. Es kann nach Auffassung des Verfassers jedoch davon ausgegangen werden, dass diese Leistung von der Schnittmenge aus den Terminplanungsaufgaben des Planers und dem Zusammenstellen der Vergabeunterlagen (LPH 6, Grundleistung f), wozu u. a. die Zusammenstellung der Besonderen Vertragsbedingungen gezählt werden kann, erfasst wird.

¹² AHO (2014), S. 97.

jedoch explizit auf die Ermittlung der zu vereinbarenden Vertragsfristen beschränkt, ist die grundsätzliche Erstellung der nachtragsrelevanten Vertragsbedingungen von der in Rede stehenden AHO-Grundleistung nicht abgedeckt; eine relevante Teilleistung wird jedoch erbracht.

3.2 Fokus: Prüfung der Vertragsunterlagen vor Ausschreibung

AHO-3-B-1: Laufendes Analysieren und Bewerten der Planungsergebnisse auf Konformität mit den vorgegebenen Projektzielen¹³

Diese Projektsteuerungsleistung bezieht sich auf die Planerleistungen während der Ausführungsvorbereitung, namentlich die Ausführungsplanung (LPH 5), das Vorbereiten der Vergabe (LPH 6) und das Mitwirken bei der Vergabe (LPH 7).¹⁴ Gemäß § 2 Abs. 4 Lit. h des AHO-Leistungsbilds wird unter Analysieren und Bewerten die „Kontrolle eines laufenden Projektprozesses/Projektfortschritts bzw. von Leistungen der Projektbeteiligten in Stichproben mit dem Ziel einer Handlungsempfehlung an den Auftraggeber“ verstanden. Die stichprobenartige Kontrolle zielt u.a. auf Vollständigkeit, Plausibilität und Übereinstimmung mit den Projektzielen ab.

Mit Blick auf die in Teil 1 beschriebenen Leistungen des präventiven Nachtragsmanagements ist diese allgemeine, auf Prozesse bzw. den Projektfortschritt – und damit auf die planerseitige Leistungserbringung an sich – bezogene Kontrollleistung nicht von weiterer Relevanz; die inhaltliche Kontrollkomponente, die sodann auch für das Nachtragsmanagement relevant ist, wird von der im nachfolgenden Absatz beschriebenen Projektsteuerungs-Grundleistung erfasst. Sofern die dort aufgezeigten Maßnahmen der Nachtragsprävention jedoch in die Projektorganisation implementiert werden, sind auch deren Erbringung und Fortschritt – je nach umsetzendem Projektbeteiligten – in die laufende Analyse und Bewertung einzubeziehen.

Eine Modifizierung der in Rede stehenden Projektsteuerungsleistung ist für die Umsetzung der Nachtragsprävention insoweit nicht erforderlich.

AHO-3-E-3: Überprüfen der Vertragsunterlagen für die Vergabeeinheiten auf Vollständigkeit und Plausibilität sowie Bestätigen der Versandfertigkeit¹⁵

Diese Projektsteuerungsleistung bezieht sich – als Konkretisierung der v.g. laufenden Analyse und Bewertung – auf die Kontrolle eines abgeschlossenen Arbeitsergebnisses, der Vertragsunterlagen für die Vergabeeinheiten mithin die Leistungsbeschreibung i.w.S. Auch hier ist der Maßstab grundsätzlich nicht die detaillierte, fachliche Kontrolle der planerseitigen Arbeitsergebnisse, sondern die stichprobenartige Kontrolle speziell hinsichtlich der Vollstän-

¹³ AHO (2014), S. 17, Ausführungsvorbereitung, Handlungsbereichs B, Grundleistung Nr. 1.

¹⁴ Der Kommentar zum Projektsteuerungsbild der AHO geht bzgl. der in Rede stehenden Grundleistung davon aus, dass lediglich die Analyse und Bewertung der Ausführungsplanung gemeint ist, vgl. AHO (2014), S. 87. *Eschenbruch* stellt diesbezüglich klar, dass nach Auffassung der AHO-Fachkommission hier ein weitergehendes, insb. auch die Leistungsbeschreibung umfassendes Verständnis der Planerleistung zugrunde liegen soll und dementsprechend auch die Leistungsphasen 6 und 7 von der Projektsteuerungsleistung erfasst werden sollen; dies würde im Übrigen auch mit späterer Neuauflage des Hefts Nr. 9 explizit klargestellt werden, vgl. *Eschenbruch* (2015), Rdn. 2802.

¹⁵ AHO (2014), S. 18, Ausführungsvorbereitung, Handlungsbereichs E, Grundleistung Nr. 3.

digkeit und Plausibilität. Hierbei wird insbesondere auf die Lückenlosigkeit und die Überschneidungsfreiheit des zu vergebenden Leistungsumfangs sowie auf die Überprüfung der Mengenangaben und die Plausibilisierung wesentlicher Elemente (wie bspw. Leitpositionen) abgestellt.¹⁶

Grundsätzlich liegt die gegenständliche Projektsteuerungsleistung mit Teil 1 aufgezeigten Leistungsbereich der Nachtragsprävention. Fokussiert wird hierbei jedoch – entsprechend der üblichen Projektsteuerungsperspektive – die Überprüfung, ob die vom Auftraggeber gewünschte Bauleistung im Allgemeinen zutreffend beschrieben wird. Eine tiefergehende Überprüfung der Leistungsbeschreibung unter nachtragspräventiven Gesichtspunkten, insbesondere detailliert zu den in Teil 1 aufgezeigten Fehlerpotentialen, wird von der AHO-Grundleistung nicht in Gänze abgedeckt.

3.3 Fokus: Aufklärungsgespräche zum Bau- und Vergütungssoll

HOAI-7-d: Führen von Bietergesprächen¹⁷

Mit der gegenständlichen Teilleistung obliegt dem Planer das Organisieren, Durchführen und Protokollieren der Bieter- bzw. Aufklärungsgespräche.¹⁸ Sie betrifft im Allgemeinen die Unterstützung des Auftraggebers bei technischen und wirtschaftlichen Sachverhalten; der Auftraggeber bleibt hierbei Herr des kaufmännischen Verfahrens.¹⁹ Der Organisationsaspekt umfasst an dieser Stelle insbesondere die Heranziehung der ansonsten an der Vergabe beteiligten Fachingenieure und Berater.²⁰ Laut *Korbion* sollte das Führen von Bietergesprächen aus vergabewettbewerblichen Gründen „einen bestimmten Rahmen nicht überschreiten“, sofern die Auswahl zwischen verschiedenen Bietern eines Leistungsbereichs erfolgt. Dieser Rahmen ergibt sich aus den Anforderungen des § 15 VOB/A und sollte im Übrigen auch als auftraggeberseits abverlangbares Maß bei privaten Vergaben gelten.²¹

Die HOAI-Kommentierungen beschränken sich hinsichtlich der inhaltlichen Ausprägung der planerseite geschuldeten Grundleistung im Wesentlichen auf den bloßen Verweis auf die Maßstäbe des § 15 VOB/A. Es kann davon ausgegangen werden, dass in der Praxis somit lediglich Auffälligkeiten, die sich unmittelbar aus der allgemeinen Angebotsauswertung bzw. dem Preisspiegel aufdrängen, einer Aufklärung unterworfen werden. Insofern liegt die gegenständliche HOAI-Grundleistung zwar grundsätzlich in dem mit Teil 1 aufgezeigten Leistungsbereich der Nachtragsprävention, deckt diesen jedoch nicht in Gänze ab.

Sofern im Rahmen der Aufklärungsgespräche gesonderte, weitergehende Maßnahmen der Nachtragsprävention ergriffen werden, sollte die organisatorische Einbindung jedoch von der HOAI-Grundleistung abgedeckt sein.

¹⁶ AHO (2014), S. 96.

¹⁷ HOAI, Anlage 10 zu § 34, LPH 7, Grundleistung d).

¹⁸ *Seifert/Fuchs* in *Fuchs/Berger/Seifert* (2016), § 34 HOAI, Rdn. 260.

¹⁹ *Haack/Heinlein* in *Messerschmidt/Niemöller/Preussner* (2015), § 34 HOAI, Rdn. 146, unter der Annahme, dass der Architekt keine Verhandlungsvollmacht hat, vgl. *Koeble* in *Locher/Koeble/Frik* (2017), § 34 HOAI, Rdn. 195.

²⁰ *Seifert/Fuchs* in *Fuchs/Berger/Seifert* (2016), § 34 HOAI, Rdn. 260 ergänzend zu *Koeble* in *Locher/Koeble/Frik* (2017), § 34 HOAI, Rdn. 195.

²¹ *Korbion* in *Korbion/Mantscheff/Vygen* (2016), § 34 HOAI, Rdn. 237.

AHO-3-E-4: Mitwirken bei den Vergabeverhandlungen bis zur Unterschriftsreife²²

Die AHO-Grundleistung zielt grundsätzlich auf eine zusätzliche Absicherung des Auftraggebers hinsichtlich der Vergabeempfehlung der Planer ab. Insofern wird vorgesehen, dass der Projektsteuerer die Aufklärungsgespräche in der Vergabephase begleitet und darüber hinaus stichprobenartig auch die vergaberelevanten Angebotsauswertungen und Preisspiegel überprüft und auf diese Weise auch für inhaltliche Aufklärungen klärungsbedürftiger Fragestellungen Sorge trägt.²³

Das AHO-Leistungsbild forciert insofern keine grundlegende Inhaltsaufklärung (z.B. im Sinne des § 15 VOB/A) durch den Projektsteuerer. Da die übergeordnete Unterstützung und stichprobenartige Überprüfung der Durchführungsprozeduren die gesamten Zusammenhänge der Aufklärungsgespräche des Auftraggebers betrifft, wären etwaige Beiträge der Nachtragsprävention ebenfalls darunter zu fassen. Eine explizite Ergänzung bzw. Konkretisierung i.S.d. Nachtragsprävention ist insofern nicht erforderlich.

4 Fazit

Anhand der vorstehenden Auswertungen wird ersichtlich, dass die in Teil 1 hergeleiteten Leistungen der Nachtragsprävention überwiegend nicht – und insbesondere an keiner Stelle vollständig – bereits von den Standard-Leistungsbildern des AHO und der HOAI abgedeckt werden. Mit Blick auf die Auswertungszusammenfassung der Tabelle 1 ist weiter festzustellen, dass die Leistungen der Nachtragsprävention in den untersuchten Leistungen der Standard-Leistungsbilder anteilig enthalten sind. Andere Leistungen hingegen kommen zwar mit den Maßnahmen der Nachtragsprävention in Berührung, sind jedoch aus systemischen Gründen nicht nennenswert von erforderlichen Inhaltsmodifikationen betroffen.

Legende zu Tabelle 1:












Leistung der Nachtragsprävention...		wird abgedeckt
		wird nicht abgedeckt
		wird teilweise abgedeckt
		ist systemisch nicht mit der AHO-/HOAI-Leistung vergleichbar (kein Anpassungserfordernis)
	---	steht in keinem relevanten Zusammenhang mit der AHO-/HOAI-Leistung

Tabelle 1: Übersicht der Untersuchungsergebnisse

²² AHO (2014), S. 18, Ausführungsvorbereitung, Handlungsbereichs E, Grundleistung Nr. 4.

²³ AHO (2014), S. 97; Eschenbruch (2015), Rdn. 2824.

AHO- und HOAI-Leistungen		Leistungen der Nachtragsprävention		
		Entwurf von nachtragsrelevanten Vertragsbedingungen	Prüfung der Vertragsunterlagen vor Ausschreibung	Aufklärungs- gespräche zum Bau- und Vergütungsoll
AHO-3-B-1	Laufendes Analysieren und Bewerten der Planungsergebnisse auf Konformität mit den vorgegebenen Projektzielen	---		---
AHO-3-E-3	Überprüfen der Vertragsunterlagen für die Vergabeeinheit auf Vollständigkeit und Plausibilität [...]	---		---
AHO-3-E-4	Mitwirken bei den Vergabeverhandlungen bis zur Unterschriftsreife	---	---	
AHO-3-E-5	Mitwirken bei der Vorgabe der Vertragstermine und -fristen für die BVB [...]		---	---
HOAI-6-f	Zusammenstellen der Vergabeunterlagen für alle Leistungsbereiche		---	---
HOAI-7-d	Führen von Bietergesprächen	---	---	
HOAI-7-f	Zusammenstellen der Vertragsunterlagen für alle Leistungsbereiche		---	---

Sofern auftraggeberseits die Installation einer kompetenten Nachtragsprävention beabsichtigt wird, bedarf es folgerichtig einer Modifikation der Standard-Leistungsbilder.

Für den Fall, dass die ohnehin betrauten Planer und Projektsteuerer die nachtragspräventiven Leistungen miterbringen sollen, werden insbesondere eine Ergänzung und weitere Konkretisierung der jeweiligen Leistungsbilder bzgl. der als „wird teilweise abgedeckt“ gekennzeichneten Leistungen i.S.d. Leistungsbeschreibung aus Teil 1 erforderlich.

Für den Fall, dass die Nachtragsprävention von einem oder ggf. mehreren zusätzlichen Beratern erbracht werden soll, kann ebenfalls auf die Leistungsbeschreibung des Teils 1 zurückgegriffen werden. Sodann empfiehlt sich jedoch die Reduzierung der AHO- und HOAI-Leistungsbilder um diejenigen Teilleistungen, die dort ebenfalls in die Nachtragsprävention einspielen würden, um unter dem Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit etwaige Doppelleistungen innerhalb der Auftraggeberorganisation zu vermeiden.

In beiden Fällen erfolgt die Handhabung der Nachtragsprävention jedenfalls entsprechend den Besonderen Leistungen der etablierten Leistungsbilder.

Literaturverzeichnis

AHO (2014)

Ausschuss der Verbände und Kammern der Ingenieure und Architekten für die Honorarordnung e.V.: AHO-Schriftenreihe Heft 9: Projektmanagementleistungen in der Bau- und Immobilienwirtschaft – erarbeitet von der AHO-Fachkommission „Projektsteuerung/Projektmanagement“. 4., vollständig überarbeitete Auflage, Berlin: Bundesanzeiger, 2014

Eschenbruch (2015)

Eschenbruch, Klaus: Projektmanagement und Projektsteuerung für die Immobilien- und Bauwirtschaft. 4. Auflage, Köln: Werner, 2015

Fuchs/Berger/Seifert (2016)

Fuchs, Heiko; Berger, Andreas; Seifert, Werner: Honorarordnung für Architekten und Ingenieure – mit systematischen Darstellungen zum Architektenrecht. 1. Auflage, München: C.H. Beck, 2016

Knopp (2018a)

Knopp, Alexander: Nachtragsprävention als Besondere Leistung – Teil 1, Entwurf einer Leistungsbeschreibung. In: Tagungsband 29. BBB-Assistententreffen. Braunschweig, 2018

Knopp (2018b)

Knopp, Alexander: Nachtragsprävention als Besondere Leistung – Teil 2, Analyse der Leistungsbilder des AHO und der HOAI. In: Tagungsband 29. BBB-Assistententreffen. Braunschweig, 2018

Korbion/Mantscheff/Vygen (2016)

Korbion, Claus-Jürgen; Mantscheff, Jack; Vygen, Klaus: Honorarordnung für Architekten und Ingenieure: HOAI – mit Gesetz zur Regelung von Ingenieur- und Architektenleistungen (IngAIG). 9., neubearbeitete und erweiterte Auflage, München: C.H. Beck, 2016

Locher/Koeble/Frik (2017)

Locher, Horst; Koeble, Wolfgang; Frik, Werner: Kommentar zur HOAI – Gesamtdarstellung zum Architekten- und Ingeniurrecht. 13. Auflage, Köln: Werner, 2017

Messerschmidt/Niemöller/Preussner (2015)

Messerschmidt, Burkhard; Niemöller, Christian; Preussner, Mathias: HOAI: Honorarordnung für Architekten und Ingenieure – Kommentar. 1. Auflage, München: C.H. Beck, 2015

Großtechnische Umsetzung von Abbruch-, Rückbau- und Recyclingversuchen an Carbonbetonbauteilen

F. Kopf | J. Kortmann

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141114-0>

*Dipl.-Ing. Florian Kopf
Institut für Baubetriebswesen
TU Dresden
florian.kopf@tu-dresden.de*

*Dipl.-Ing. Jan Kortmann
Institut für Baubetriebswesen
TU Dresden
jan.kortmann@tu-dresden.de*

Inhalt

1	Einleitung	162
2	Planung und Durchführung der Großversuche	162
	2.1 Entwurf der Bauteile	162
	2.2 Planung der Bearbeitungs- und Abbruchverfahren	164
	2.3 Herstellung und Montage der Großbauteile	165
	2.4 Bearbeitung und Abbruch der Großbauteile	166
3	Ergebnisse	168

1 Einleitung

Die hier beschriebenen Forschungsarbeiten im Verbundvorhaben C³-V1.5 „Abbruch, Rückbau und Recycling von C³-Bauteilen“ schließen inhaltlich an den im Tagungsband zum 28. BBB-Assistententreffen veröffentlichten Beitrag an. Übergeordnetes Ziel des Projektes ist die Beseitigung von Markteintrittsbarrieren für den Baustoff Carbonbeton (C³-Beton), in dem die Recyclingfähigkeit sowie gesundheitliche Aspekte im Zusammenhang mit dem Verbundwerkstoff untersucht werden.

In der vorangegangenen Projektphase wurden Großversuche zur Validierung der verfahrenstechnischen Ergebnisse aus den Laborversuchen durchgeführt. Die Gewinnung weiterer Erkenntnisse zu den Auswirkungen von C³-Betonen auf Abbruch-, Rückbau- und Recyclingstechnologien unter praxisnahen Randbedingungen ist ein wichtiges Projektteilziel und stellt den umfangreichsten Teil der praktischen Versuche im Rahmen des Forschungsvorhabens dar. Mit den benannten Versuchen werden erstmalig Versuche zu Abbruch-, Rückbau- und Recyclingtechnologien im Maßstab 1:1 erprobt. Die Versuche stellen den Grundstein für die Beurteilung der Recyclingfähigkeit und Wiederverwendbarkeit von C³-Materialien dar. Auf Basis der Ergebnisse werden Aussagen zur Materialaufbereitung und zum Einsatz der aufbereiteten Fraktionen als hochwertiger Primärrohstoffersatz für die Produktion neuer C³-Bauteile erwartet.¹ Die in diesem Artikel beschriebenen Forschungsarbeiten sollen die grundlegenden Überlegungen zur Entwicklung der Großversuche, deren Durchführung und einen Teil der Ergebnisse zusammenfassend darstellen. Dabei liegt der Schwerpunkt auf den verfahrenstechnischen Erkenntnissen.

2 Planung und Durchführung der Großversuche

2.1 Entwurf der Bauteile

Die Basis für den Entwurf der Bauteile stellt eine umfassende Recherche zu carbonfaserbewehrten Betonbauteilen dar, die sich bereits in der praktischen Anwendung befinden oder die im Rahmen von Forschungsprojekten entwickelt wurden. Ergänzend wurde ein konkreter Ausblick auf die zukünftige Nutzung von C³-Betonen in der Praxis gegeben. Das Ergebnis dieser Vorarbeiten ergibt, dass bereits zahlreiche Bauteile in Form von Fassadenelementen (klein- und großformatig), Sandwichfassadenelementen, Schalentragwerken, Brücken, Textilbetonträgern, Treppenstufenelementen entwickelt wurden und als Demonstratoren in die Praxis überführt wurden.² Im Bereich der konstruktiven Betonfertigteile sind die Textilbetonfertigteilegaragen der Firma Beton Kemmler GmbH³ und Textilbeton-Sandwichelemente der Firmen solidian GmbH und der Fa. Fibrobeton hervorzuheben.⁴

Für die Bauteile im Vorhaben C³-V1.5 wurde in einem Entscheidungsprozess der beteiligten Partner festgelegt, dass carbonfaserbewehrte Bauteile mit der grundsätzlichen Anlehnung an

¹ Vgl. Kortmann/Kopf (2016), S. 161 f.

² Ehlig et al. (2012), S 777 f.

³ Vgl. <https://www.beton-kemmler.de/blog/weltneuheit-aus-tuebingen-steht-kurz-vor-der-zulassung/>, 23.04.2018.

⁴ Vgl. Schneider et al. (2009), S. 569 ff.

konstruktive Fertigteile aus konventionellem Stahlbeton entwickelt werden sollten. Das Ziel war die Herstellung von zwei baugleichen, garagenförmigen Gebäuden mit den Außenabmessungen von 5,00 m x 2,50 m x 2,70 m (l x b x h). Die Festlegung fiel auf den Fertigteiltyp Doppel-T-Platte als Deckenelemente und schlanke Carbonbetonfertigteilwände mit konstantem Querschnitt. Die Deckenelemente wurden in ihren Dimensionen, orientiert am Systemmaß von 62,50 cm, auf 5,00 m x 1,25 m x 0,25 m (l x b x h) festgelegt (vgl. Abbildung 1). Für die Bemessung wurde die Nutzlast mit 2 kN/m² definiert.

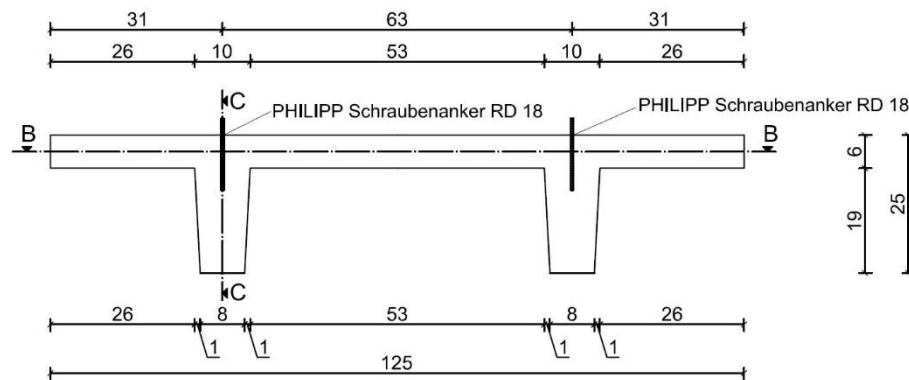


Abbildung 3: Querschnittsmaße der Doppel-Pi-Platte

Für die Wandelemente aus Carbonbeton wurde eine Wanddicke von 8 cm gewählt. Die Wandstärke resultiert im Wesentlichen aus den Ansätzen der Schalhaftung und der Berücksichtigung des Lastfalls des Abhebens des ausgehärteten Fertigteils aus der Schalung, ohne dass das Erstrissmoment überschritten wird. Die Wände, die den rechteckigen Grundriss begrenzen, wurden in den Dimensionen 5,00 m x 2,64 m x 0,08 m (nicht tragend) und 2,34 m x 2,64 m x 0,08 m (tragend) hergestellt.

Insgesamt wurden vier nichttragende Wände, vier tragende Wände und sechs Deckenelemente (zwei Elemente für einen separaten Dauerstandsversuch und 3-Punkt-Biegeversuch) produziert. Bei der Herstellung wurden ca. 200 kg Carbongelege Solidian GRID Q95/95-CCE-38 als Mattenbewehrung und ca. 17 kg CF-Stäbe C4R von tyssenkrupp Carbon Components GmbH als stabförmige Bewehrung verbaut. Als Betonmatrix wurde, nach kleinmaßstäblichen Tastversuchen, eine typische Rezeptur der Firma Klebl GmbH mit der Festigkeit C 60/75 gewählt. Die verbaute Betonmenge betrug 20,9 t.

2.2 Planung der Bearbeitungs- und Abbruchverfahren

Ein Teilziel der Durchführung der Betonbearbeitungsverfahren war die Gewinnung validierbarer Erkenntnisse über die Bearbeitbarkeit der hergestellten C³-Bauteile im eingebauten Zustand. Des Weiteren sollen durch die Aufschlüsse Aussagen über die Produktionsqualität der Bauteile hinsichtlich der Verdichtung und der Lage der Carbonbewehrung getroffen werden können. Ähnlich der Durchführung der Laborversuche⁵ wurde sich für die Untersuchung der Bearbeitung der Großbauteile für die Abbruchverfahren Betonkernbohren (d = 200 mm) und Betonsägen (je ein Fensterausschnitt [0,90 m x 0,90 m] und ein Türausschnitt [1,00 m x 2,00 m]) entschieden. Das Betonbohren wurde sowohl an den Wandbauteilen als auch an den Deckenbauteilen durchgeführt, die Betonsägearbeiten nur an den Wandbauteilen. Aus Sicherheitsgründen fanden die Arbeiten nur an den nichttragenden Wänden statt und auf den Deckenelementen wurde zwischen den Stegen gebohrt. Als Geräte wurden, wie bei den kleinmaßstäblichen Laborversuchen, eine Hilti DD 350-CA (Kernbohrmaschine) und eine Hilti DS TS20-E (Wandsäge) gewählt.

Die Konzeption möglicher Abbruch- und Rückbautechnologien stützt sich auf den Erfahrungen des Praxispartners Caruso Umweltservice GmbH und den einschlägigen Vorschriften und Handlungsempfehlungen, wie bspw. die DIN18007 „Abbrucharbeiten – Begriffe, Verfahren, Anwendungsbereiche“⁶ und die „Arbeitshilfe zur Entwicklung von Rückbaukonzepten im Zuge des Flächenrecyclings“ des Landesumweltamtes NRW⁷. Aufgrund der Bauteilgeometrien wurde der Abbruch mit handgeführten Geräten ausgeschlossen und frühzeitig die Entscheidung für Abbruchwerkzeuge an einem Trägergerät getroffen. Ein weiterer ausschlaggebender Punkt war die notwendige Vergleichbarkeit mit Abbrucharbeiten an ähnlichen Gebäuden in konventioneller Stahlbetonbauweise. In Konsequenz wurden für die Großversuche die Geräte und Werkzeuge gewählt:

- Trägergerät Hydraulikbagger CAT 329E mit
- der Universalschere CAT MP 324 P (Pulverizer) und
- einem Tieflöffel sowie
- eines Greifers gewählt.

Um die Trennbarkeit der Carbonbewehrung von der Betonmatrix zu untersuchen, wurden in Ergänzung zu den Abbruchgeräten und -werkzeugen in Analogie die Geräte für die erstmaligen Untersuchungen zur Aufbereitung des gebrochenen Materials gewählt. Dabei handelte es sich um einen mobilen Backenbrecher mit integriertem Magnetabscheider (Modell: Klee- mann Mobicat MC 100 R EVO) und einen angeschlossenen mobilen Windsichter (Modell: CityEquip AirMaster 1200).

⁵ Vgl. Kopf/Bienkowski/Kortmann (2017), S. 156.

⁶ Siehe DIN 18007:2000-5, Anhang A, S. 7.

⁷ Landesumweltamt NRW (1999), Kapitel 5.2.2.

2.3 Herstellung und Montage der Großbauteile

Die Großbauteile wurden im Fertigteilwerk des Praxispartners Klebl GmbH in Gröbzig hergestellt. In Vorbereitung der Produktion wurden dem Praxispartner die bereits erarbeiteten Erkenntnisse zum Umgang mit der Carbonbewehrung (insbesondere die Festlegungen zu Arbeitsschutzmaßnahmen) in Form eines Merkblattes bereitgestellt. Die Herstellung erfolgte auf stationären Stahlkipptischen mit konventioneller Holzschalung mit Kunststoffbeschichtung. Wie bei flächigen Bauteilen üblich (z. B. Wand- und Deckenelementen) wurde sich bewusst für eine liegende Herstellung in der Schalung und dem Gießen als Herstellprozess entschieden. Damit ließ sich die Herstellung der großformatigen Carbonbetonbauteile in die Prozesse zur Herstellung konventioneller Betonfertigteile im Fertigteilwerk Gröbzig integrieren. Im Gegensatz zu stahlbewehrten Bauteilen, konnte die Bewehrung ohne Vorfertigung direkt in der Schalung eingebaut werden. Aufgrund des geringen Gewichts der Bewehrungsmatten von $0,625 \text{ kg/m}^2$ wurden keine Hebezeuge für den Bewehrungseinbau benötigt. Als Abstandhalter dienten handelsübliche Kunststoffabstandhalter für eine Betondeckung in Höhe von 20 mm. Die Verknüpfung der Bewehrungsmatten an Übergreifungsstößen wurde mit Metallbindedraht hergestellt. Um die Beschädigung der Carbonbewehrung während des Bewehrungseinbaus zu verhindern, wurden Hilfskonstruktionen (vgl. Abbildung 2) genutzt.



Abbildung 2: Verbindung von Carbonbewehrungsmatten auf Hilfskonstruktion



Abbildung 3: Verdichtung mittels Flaschenrüttler

Als Herstellverfahren wurde das Gießen als etabliertes Verfahren für die Herstellung flächiger Bauteile im Fertigteilwerk gewählt. Eine Besonderheit dabei war der Einsatz eines dünnen Flaschenrüttlers mit einem Durchmesser von nur 25 mm in den Stegen der Doppel-T-Deckenelemente (vgl. Abbildung 3), um die Verdichtung zwischen der engmaschigen Bewehrung sicherzustellen. Eine Vorverdichtung erfolgte über den Einsatz von Außenrüttlern unter dem Schaltisch. Die Bauteiloberseiten wurden nach dem Ansteifen des Betons mittels eines Flügelglätters nachbearbeitet. Die Bauteile wurden nach der Herstellung und der Aushärtung in den Werkshallen bis zur Erreichung der charakteristischen 28-Tage-Festigkeit gelagert.

Nach dem Aushärten aller Bauteile wurden diese zu einer Freifläche auf dem Gelände des Fertigteilwerkes transportiert und dort montiert. Die Montage fand auf vorbereiteten Fundamenten statt, die auch der Befestigung der temporären Hilfsstützen dienten. Die nichttragenden Wände wurden über Gewindestangen, die durch die tragenden Wände geführt wurden,

mit den tragenden Stirnwänden verschraubt und die Deckenelemente mit Stahldornen schubfest aufgelegt.



Abbildung 4: Montage der Wandelemente mit Hilfsstützen



Abbildung 5: Montiertes Carbonbetongebäude

2.4 Bearbeitung und Abbruch der Großbauteile

Die Großversuche begannen mit den Versuchen zum Betonbohren und -sägen am 06.06.2017. Zwei Mitarbeiter des Praxispartners steinbeisser GmbH sowie drei Mitarbeiter der Firma Müller-BBM GmbH und drei wissenschaftliche Mitarbeiter des Institutes für Baubetriebswesen führten die Abbruchversuche, die begleitenden Emissionsmessungen und die wissenschaftliche Dokumentation aller Arbeiten durch. Im ersten Schritt wurden die Sägeschnitte für eine Tür- und eine Fensteröffnung (vgl. Abbildung 6) hergestellt. Die eigentliche Versuchsdurchführung ergab keine Besonderheiten in Bezug auf das bearbeitete Material Carbonbeton. Eine Schwierigkeit bestand jedoch in der Befestigung der Wandsäge an der nur 8 cm dünnen Carbonbetonwand. Zur Befestigung wurden Einschlaganker der Marke Hilti HKD M12x60 verwendet, bei deren Einbringung es zu großflächigen Abplatzungen auf der Rückseite der Carbonbetonwand kam. Die Ausführungsstellen für die Kernbohrungen wurden vor Ort ausgewählt. Entscheidungsrelevant waren sich an der Oberfläche abzeichnende Bewehrungsstrukturen und Bereiche ohne diese sichtbaren Merkmale, um den Zusammenhang von Bewehrungslage und Oberflächenerscheinung zu untersuchen. Es wurden acht Kernbohrungen im Durchmesser 200 mm ausgeführt (vgl. Abbildung 7). Bei der Durchführung der Kernbohrungen bestätigte sich der Eindruck aus den kleinmaßstäblichen Versuchen hinsichtlich der leichten Ausführbarkeit. Bei der Befestigung der Kernbohrmaschine an dem Wandbauteil traten vergleichbare Abplatzungen, wie bei der Befestigung der Wandsäge auf.



Abbildung 6: Herstellung Sägeschnitt für Türöffnung

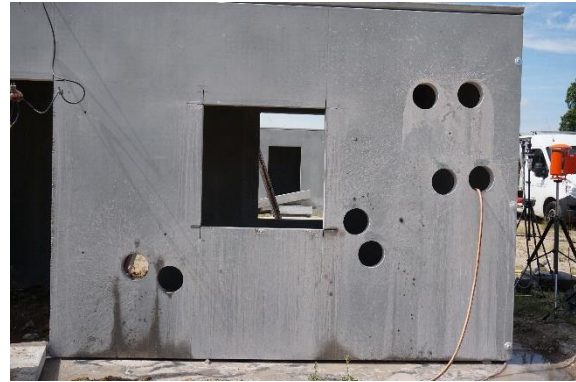


Abbildung 7: Kernbohrungen in Carbonbetonwandbauteil

Für den Totalabbruch der beiden Bauwerke waren drei Mitarbeiter des Praxispartners Caruso Umweltservice GmbH sowie erneut jeweils die Mitarbeiter der Müller-BBM GmbH und des Institutes für Baubetriebswesen vor Ort. Es wurde festgelegt, dass die beiden Gebäude durch das Verfahren Pressschneiden mittels Betonpulverisierer abgebrochen werden. Begonnen wurde mit den nichttragenden Wänden und darauffolgend wurde die eigentliche Tragstruktur des Gebäudes abgebrochen (vgl. Abbildung 8). Der Abbruch wurde mehrfach unterbrochen, um einzelne Schritte zu dokumentieren und Schlussfolgerungen zum Materialverhalten ziehen zu können. Bereits im Laufe des Abbruchs des ersten Bauwerkes konnte festgestellt werden, dass die Geräteauswahl (Trägergerät mit Betonpulverisierer) für den Verbundbaustoff Carbonbeton ideal geeignet ist. Der Betonpulverisierer ist in der Lage die Carbonbetonbauteile zu brechen und zu trennen, da die Carbonbewehrung durch die Belastung quer zur Faserrichtung spröde und vollständig bricht. Der größte Vorteil dieser Eigenschaft liegt darin, dass die abgebrochenen Bauteile kaum nachträglich zerkleinert werden müssen, um sie in den mobilen Backenbrecher aufgeben zu können.



Abbildung 8: Totalabbruch des ersten Gebäudes



Abbildung 9: Material nach Brechen und Windsichtung

Der folgende Totalabbruch des zweiten Bauwerkes bestätigte diese Erkenntnisse. Bei dem unterbrechungsfreien Abbruch des zweiten Bauwerkes wurde besonders deutlich, dass der Effizienzvorteil des Abbruchs von Carbonbetonbauteilen darin besteht, dass es zu keinen Unterbrechungen für ein gesondertes Durchtrennen von Bewehrungsstrukturen gibt. Diese Unterbrechungen sind beim Abbruch von Stahlbetonbauteilen fester Bestandteil einer Abbruchmaßnahme. Darüber hinaus lässt sich postulieren, dass der Verschleiß der eingesetz-

ten Werkzeuge deutlich geringer als bei konventionellen Stahlbetonbauteilen ausfällt. Die Aufbereitung des abgebrochenen Materials im mobilen Backenbrecher mit dem vollständigen Aufschluss der Carbonbewehrung von der Betonmatrix verlief problemlos. Die geplante Separation des Carbongeleges von der gebrochenen Betonmatrix mittels des eingesetzten Windsichters (vgl. Abbildung 9) gelang hingegen nur ungenügend. Nur etwa 10 % des eingesetzten Bewehrungsmaterials konnten in diesem Verfahrensschritt wiedergewonnen werden, sodass weitere Separationsverfahren zu untersuchen waren.

3 Ergebnisse

Die Versuche zur Bearbeitung von Carbonbetonbauteilen in ihrer Einbaulage bestätigten im Wesentlichen die Ergebnisse der vorhergehenden kleinmaßstäblichen Versuche. Sowohl die Kernbohrungen als auch die Sägeschnitte ließen sich ohne Probleme ausführen. Besonderheiten wurden hauptsächlich bei der Befestigung der konventionellen Maschinenteknik an den sehr dünnen Carbonbetonbauteilen deutlich. Darüber hinaus erwiesen sich die Wandbauteile als sehr schwingungsempfindlich. Für den praktischen Einsatz ist deshalb der Einsatz kleinerer Maschinen und Geräte zu überlegen. Im Idealfall sollte bei der Herstellung von Durchdringungen in Carbonbetonbauteilen völlig auf eine Befestigung mit Schlagankern verzichtet werden. Als Alternativen sind der Einsatz rein handgeführter Maschinen oder die Nutzung von Sonderlösungen, wie Vakuumplatten zur Befestigung, zu empfehlen. Für Sägeschnitte können alternative Verfahren, wie Seilsägen, in Erwägung gezogen werden.

Der Abbruch der beiden Carbonbetonbauwerke und die Zerkleinerung der Abbruchmassen verdeutlichen, dass die konventionelle Maschinenteknik ideal für den Umgang mit carbonbewehrten Betonbauteilen geeignet ist. Aufgrund des spröden Bruchverhaltens der Carbonbewehrung entstehen Bewehrungsfragmente, die kaum eine nachträgliche Bearbeitung benötigen, um dem weiteren Aufbereitungsprozess zugeführt zu werden. Der mobile Backenbrecher erwies sich als sehr gut geeignet, um das Abbruchmaterial auf gängige Korngrößen, wie z. B. 0/56, zu zerkleinern. Die Separation der einzelnen Fraktionen des Verbundbaustoffes war auf der Baustelle mit dem eingesetzten Gerät nicht umzusetzen. Für die Wahl eines geeigneten Separationsverfahrens sind weitere Untersuchungen erforderlich.

Literaturverzeichnis

DIN 18007:2000-05

DIN 18007:2000-05 Abbrucharbeiten – Begriffe, Verfahren, Anwendungsbereiche;
Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.); 2000; Berlin; Beuth Verlag GmbH

Ehlig et al. (2012)

Ehlig, Daniel; Schladitz, Frank; Frenzel, Michael; Curbach, Manfred: „Textilbeton – Ausgeführte Projekte im Überblick“, In: Beton- und Stahlbetonbau 107, Heft 11, Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Berlin, 2012, S. 777-783

Kopf/Bienkowski/Kortmann (2017)

Kopf, Florian; Bienkowski, Natalia; Kortmann, Jan: „Abbruch, Rückbau und Recycling von C³-Bauteilen – Aktueller Stand im Forschungsprojekt“, In: K. Körkemeyer, B.-M. Kurzrock (Hrsg.), „Tagungsband zum 28. BBB-Assistententreffen“, Technische Universität Kaiserslautern, 2017, S. 156

Kortmann/Kopf (2016)

Kortmann, Jan; Kopf, Florian: Recyclingfähigkeit von Carbonbeton – Ist-Stand im Forschungsprojekt „Zwanzig20 – C3 Carbon Concrete Composite – Verbundvorhaben 1.5“, In: R. Schach, P. Jehle (Hrsg.), „Tagungsband – 27. BBB-Assistententreffen“, TUDpress Verlag der Wissenschaften, Dresden, 2016, S. 161 - 162

Landesumweltamt NRW (1999)

Arbeitshilfe zur Entwicklung von Rückbaukonzepten im Zuge des Flächenrecyclings;
Landesumwelt-amt NRW (Hrsg.), Rolf Bracke, Christina Klümpen, EVOS Umwelt GmbH, 1999, Essen

Schneider et al. (2009)

Schneider, Hartwig N.; Schätzke, Christian; Feger, Christiane; Horstmann, Michael; Pak, Daniel: „Modulare Bausysteme aus Textilbeton-Sandwichelementen“, In: Curbach, M. (Ed.): Textilbeton – Theorie und Praxis: Tagungsband zum 4. Kolloquium zu textilbewehrten Tragwerken (CTRS4) und zur 1. Anwendertagung; Dresden, 03.–05.06.2009 in Dresden, 2009, pp. 565–576

Digitalisierungsstrategie für fertigende KMU des Baugewerbes

R. Krüger

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141115-0>

Dipl.-Ing. Ralf Krüger¹

Lehrstuhl Baubetrieb und Bauprozessmanagement

Technische Universität Dortmund

ralf.krueger@tu-dortmund.de

Inhalt

1	Einleitung	172
1.1	Digitalisierung und die Folgen – Status quo in der Bauwirtschaft	172
1.2	Hintergrund der Forschungsarbeit – Potentiale von BIM und Co.....	173
2	Stand der Forschung und Praxis.....	174
2.1	Softwarelösungen und Schnittstellen	174
2.2	Unternehmenspraxis und Pilotprojekte	174
2.3	Politische Motivation und Forschung.....	175
3	Zielsetzung der Arbeit und Forschungsausblick	175
3.1	Notwendigkeit einer Digitalisierungsstrategie für KMU	175
3.2	Beschreibung der Digitalisierungsstrategie für fertigende KMU.....	175
3.3	Ausblick	176
4	Zusammenfassung	177

¹ Dieser Beitrag entstand im Rahmen des Forschungsprojekts „Evaluierung der Einsatzmöglichkeiten vom BIM und Virtual Reality im Qualitätsmanagement“ im Zuge der Forschungsarbeit „Digitalisierungsstrategie für fertigende KMU des Baugewerbes“, gefördert durch die Jaeger Gruppe.

1 Einleitung

1.1 Digitalisierung und die Folgen – Status quo in der Bauwirtschaft

„Wir alle sind heute Zeugen des Beginns einer bedeutenden Revolution, die durchaus in einer Reihe mit den wichtigsten Revolutionen der menschlichen Geschichte zu nennen ist“². Auf diese Weise führt Don Tapscott den Leser bereits 1996 in das Buch „Die digitale Revolution“ ein. Der ehemalige Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur, Alexander Dobrindt stellt in der Broschüre „Stufenplan Digitales Planen und Bauen“ im Dezember 2015 fest, dass die Digitalisierung eine Substanzrevolution von Wirtschaft und Gesellschaft ist, die in einem disruptiven Prozess Industrien und Dienstleistungen, Wertschöpfungsketten und Produktionsprozesse, Innovations- und Produktlebenszyklen revolutionieren werde.³ Im darauffolgenden Fortschrittsbericht des Jahres 2017 ergänzt Dobrindt, dass die Digitalisierung die Wirtschaft tiefgreifender und dynamischer verändern werde als alle Innovationen der vergangenen Jahrzehnte. Begonnen mit der fortschreitenden Vernetzung des Menschen bis hin zur Vernetzung aller Dinge habe die Digitalisierung nun die Stärken der Industrienation Deutschland erreicht, als Weltmarktführer bei Maschinen und Autos und als Maßstab bei Infrastruktur und Bau.⁴

Derartige Medienberichte suggerieren die unausweichliche und branchenübergreifende Notwendigkeit zur Digitalisierung, um von sich weiterentwickelnder Konkurrenz nicht vom Markt verdrängt zu werden. Die Bauwirtschaft wird explizit in dieses Szenario miteingebunden. Der Digitalisierungsbedarf in der Bauindustrie ist im Vergleich mit anderen Branchen eminent, wie die Abbildung 1 verdeutlicht.

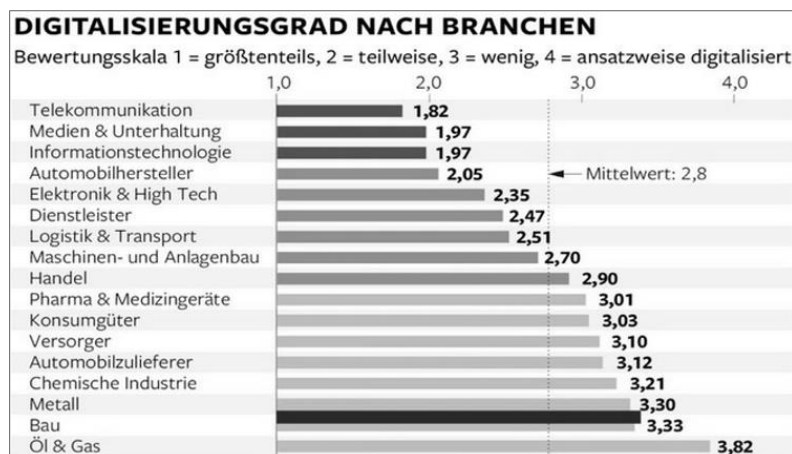


Abbildung 1: Digitalisierungsgrad der Bauwirtschaft im Vergleich mit anderen Branchen⁵

² Tapscott (1996), S. 11

³ Vgl.: BMVI (2015), Vorwort

⁴ Vgl.: BMVI (2017), Vorwort

⁵ May (2015), S. 4

1.2 Hintergrund der Forschungsarbeit – Potentiale von BIM und Co.

Dies führt zu der Fragestellung, wie die „Digitalisierung der Bauwirtschaft“ mit ihren einzelnen Akteuren von der politisch-philosophischen Ebene auf konkrete praktische Anwendungsfälle gehoben werden und das individuelle Unternehmen die Aufgabe der Digitalisierung umsetzen kann.

Mit der Entwicklung von modernen Softwarelösungen und neuartigen Planungsmethoden, wie beispielsweise dem Building Information Modeling (BIM), stehen vielversprechende Ansätze zur Verfügung, die eine zukünftige digitale Arbeitsweise prägen werden. Im Mittelpunkt der BIM-Methode stehen konsistente digitale und bauteilorientierte Datenmodelle von Projektvorhaben, die nach ihrer Erzeugung über den gesamten Lebenszyklus hinweg mit Informationen angereichert und ausgewertet werden können. Auf Grundlage der angereicherten Informationen sind automatisierte und teilautomatisierte Simulationen, Prüfungen und Berechnungen wie z.B. die der Kollisionsprüfung und Kalkulation möglich. Durch Techniken der „Virtual Reality“ oder der „Augmented Reality“ können Projektideen vor der eigentlichen Realisierung visualisiert und bedarfsweise mit Laserscans des realen Umfelds komplettiert werden.⁶

Die sich hieraus ergebenden Vorteile sind vielschichtig. Eine wesentliche Optimierung liegt in der Teil- bzw. Vollautomatisierung von bis dato manuell ausgeführten Prozessen, wie z.B. bei der regelbasierten Prüfung der Planung oder der Mengenermittlung als Grundlage für die Kostenermittlung, die Terminplanung und die Ausschreibung. Die Projektbearbeitung auf Grundlage eines konsistenten digitalen Datenmodells in Form von Geometrie und verknüpften Informationen führt zu einem gleichen Verständnis der Planung unter den Projektbeteiligten und erleichtert die Kollaboration, Kommunikation und den Wissenstransfer durch die kontinuierliche Verfügbarkeit der aktuellen Daten. Dies führt zu einem hohen Grad an Transparenz sowie Planungs- und Prozesssicherheit. Durch die bei der BIM-Methode erforderliche standardisierte Arbeitsweise ist eine gleichbleibende Planungsqualität gewährleistet, wodurch Risiken in der Realisierungsphase minimiert werden. Entscheidungen können aufgrund einer vollständigen Datenbasis schneller getroffen und Leistungsmodifikationen während der Ausführung reduziert werden. In der anschließenden Betriebsphase können die Informationen des Datenmodells für das Facility-Management weiterverwendet werden bis hin zur Umnutzung oder dem Rückbau des jeweiligen Bauobjekts.⁷

Für das einzelne Unternehmen ergibt sich hieraus die Chance, die eigene Wertschöpfungskette zu digitalisieren und interne Prozesse durchgängig, auf Basis eines konsistenten digitalen Datenmodells des eigenen Produkts abzubilden.

Durch den Zugriff der Baubranche auf diese neuen digitalen Werkzeuge und Methoden besteht erhebliches Potential ökonomischer Effizienzsteigerung. Hier stehen den modernen Softwarelösungen und neuartigen Planungsmethoden gewachsene Unternehmensstrukturen

⁶ Vgl.: Borrmann et al. (2015), S. V - VI

⁷ Vgl.: Borrmann et al. (2015), S. 436 - 438

gegenüber, die nach systematischen Einführungsstrategien verlangen. Genau an diesen anwendungs- und unternehmensspezifischen Einführungsstrategien fehlt es bis dato.

2 Stand der Forschung und Praxis

2.1 Softwarelösungen und Schnittstellen

Derzeit drängen Softwarehersteller mit BIM-fähigen Programmen auf den Markt, die die Aufgabenbereiche wie CAD-Modellerstellung, AVA oder Modellzusammenführung und Prüfung abdecken. Als Datenschnittstellen zwischen diesen unterschiedlichen Softwareprogrammen und Aufgabenbereichen gibt es neben softwarespezifischen punktuellen Lösungen das neutrale und bisweilen unvollständige Datenaustauschformat des IFC-Formats, welches kontinuierlich weiterentwickelt wird.⁸

Neben dem umfangreichen Softwareangebot und den Schwierigkeiten der Datenübergabe zwischen den Programmen ist die Umsetzung des BIM-Prozesses selbst sowie die Art, die Bezeichnung und der Umfang der zu behandelnden Daten innerhalb des BIM-Prozesses bisher nicht standardisiert. Gleiches gilt für die Managementprozesse, wie z.B. die Abfrage, Zusammenführung und Verwaltung die notwendig sind, um die Daten zielgerichtet zu organisieren.⁹

Um einen softwareunabhängigen und unternehmensübergreifenden Einsatz vom BIM zu ermöglichen, wird in verschiedenen Organisationen und Initiativen an der Entwicklung von Richtlinien und Standards gearbeitet, um die Kollaboration der verschiedenen Stakeholder zu ermöglichen.¹⁰

2.2 Unternehmenspraxis und Pilotprojekte

Neben Großunternehmen, die sich seit einigen Jahren mit der Thematik BIM beschäftigen und individuelle und spezifische Unternehmenslösungen entwickelt haben, steigt das Interesse an dieser Methode auch bei kleinen und mittleren Unternehmen des Bauhaupt- und Baunebengewerbes. Der aktuelle Nutzungsgrad von BIM ist in der Praxis regelmäßig nicht im Bereich von ganzheitlichen Projektrealisierungen zu finden. Teilaspekte, wie z.B. die automatisierte Mengenermittlung, liegen im Fokus der Betrachtung. Da nicht grundsätzlich BIM-fähige 3D-CAD-Modelle zur Verfügung stehen, gehen Unternehmen momentan sogar soweit, Pläne Dritter nach zu modellieren, um diese als Modell auswerten zu können. Dies unterstreicht einerseits das ökonomische Potential dieser der BIM-Methode, zeigt aber ebenso den enormen Entwicklungsbedarf auf, um solche Redundanzen zu vermeiden.

In der baubetrieblichen Praxis sind erste BIM-Pilotprojekte initiiert, die sich in ihrer Zielsetzung teilweise deutlich voneinander unterscheiden. Diese reicht von der reinen Erfahrungssammlung über automatisierte Mengenermittlung als Grundlage einer Pauschalbeauftragung bis hin zur bewussten Vernetzung aller Projektbeteiligten. Die Absicht hinter der Vernetzung der Projektbeteiligten besteht darin, die Kommunikation zu verbessern

⁸ Vgl.: BuildingSMART (2018)

⁹ Vgl.: Planen-bauen 4.0 (2018)

¹⁰ Vgl.: König et al. (2016), S. 48

und somit die Transparenz und Entscheidungsdocumentation innerhalb des Projekts durch modellbasierte Zusammenarbeit zu erhöhen. Dies ist im „Zwischenbericht der Wissenschaftlichen Begleitung der BMVI Pilotprojekte zur Anwendung von BIM im Infrastrukturbau“ nachzuvollziehen.¹¹

2.3 Politische Motivation und Forschung

Die politischen Bestrebungen zeigen, dass das digitale Planen und Bauen mithilfe von BIM bundesweit zum Standard werden soll, wie dies im „Stufenplan digitales Planen und Bauen“ angekündigt ist. Die derzeitige Landesregierung NRW schreibt die verpflichtende Nutzung von BIM bei Vergaben des BLB und Straßen NRW ab dem Jahre 2020 im Koalitionsvertrag fest.¹²

Aktuelle Forschungsvorhaben wie z.B. die „Entwicklung einer idealtypischen Soll-Prozesskette zur Anwendung der BIM-Methode im Lebenszyklus von Bauwerken“ oder die „Entwicklung eines Anforderungskataloges an Bauwerksdatenmodelle aus Sicht der Bauausführung“ untersuchen, wie allgemeingültige digitale Soll-Prozesse unternehmensübergreifend aufgestellt werden können. Diese im Rahmen der Forschungsinitiative „ZukunftBau“ durch das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung initiierten Vorhaben fördern die breite Einführung und Nutzung der BIM-Methode.¹³

3 Zielsetzung der Arbeit und Forschungsausblick

3.1 Notwendigkeit einer Digitalisierungsstrategie für KMU

Hinsichtlich der unternehmensinternen Implementierung der benannten digitalen Methoden und Werkzeuge kommt neben den weitreichenden Entscheidungen zu einer oder mehreren Softwareprogrammen und den damit verbundenen Mitarbeiterschulungen noch die Heterogenität der Branche zum Tragen. Es ist eine auf das Unternehmen spezifizierte Strategie anzuwenden. Die Vielzahl der kleinen und mittleren Unternehmen kann jedoch nicht im Vorfeld einer möglichen Implementierung zusätzlich eine strukturierte Methodik aus betriebseigenen Ressourcen und Kapazitäten diesbezüglich entwickeln.¹³

3.2 Beschreibung der Digitalisierungsstrategie für fertigende KMU

Das Ziel dieser Forschungsarbeit ist die Entwicklung einer Digitalisierungsstrategie für fertigende klein und mittelständische Unternehmen (KMU) des Baugewerbes über die gesamte eigene Wertschöpfungskette.

Ein wesentlicher Bestandteil der Digitalisierungsstrategie basiert auf der Anwendung der BIM-Methode und den dazugehörigen digitalen Datenmodellen mit der Absicht, diese als Quelle der benötigten Informationen zur Lösung der unternehmerischen Aufgaben zu nutzen. Um den größtmöglichen Effekt durch die digitale Transformation innerhalb eines

¹¹ Vgl.: Borrmann et al. (2016), S. 7 - 14

¹² Vgl.: Koalitionsvertrag NRW (2017), S. 33 und S.79

¹³ Vgl.: Bergische Universität Wuppertal, S. 3

Unternehmens zu erzielen, wird zunächst eine spezifizierte Unternehmensanalyse durchgeführt. Unternehmensspezifische Aufgaben werden erfasst und in einer anschließenden Schwachstellenanalyse ausgewertet. Mögliche Potentiale der Effektivitätssteigerung werden lokalisiert und ausgegeben. Die Intention besteht darin, sich bei der Digitalisierungsbestrebung über die Wirkungssphäre der BIM-Methode hinaus zu entwickeln und das gesamte Unternehmen in die Umstrukturierung einzubeziehen und zu vernetzen, anstatt disziplinäre Insellösungen zu schaffen.

Hierzu sind neben den bauaffinen Aufgabenbereichen wie der Angebotsbearbeitung, Kalkulation und Werkplanung interdisziplinäre Themenkomplexe der Warenwirtschaft, Produktions- und Maschinensteuerung in Hinblick auf eine konsistente Datenbasis und einen durchgängigen effizienten Workflow zu betrachten und in einen systematischen Ablauf zu bringen, der unternehmensunabhängig nachvollzogen werden kann. Dies geschieht unter der Prämisse, Fertigungsinformationen für die Maschinensteuerung aus dem digitalen und konsistenten Datenmodell abzuleiten, um das unternehmensspezifische Produkt herzustellen.

Es wird durch die entwickelte Digitalisierungsstrategie aufgeklärt, wie sich die Verfahrensweise darstellt und welche Maßnahmen zur Digitalisierung der unternehmensspezifischen Wertschöpfungskette zu treffen sind. Die Digitalisierungsstrategie besteht aus Phasen mit entsprechenden Tätigkeiten und terminlichen Abhängigkeiten. Die Summe der Tätigkeiten stellt für die Digitalisierungsbestrebung eines fertigenden Unternehmens den zu betrachtenden Korridor mit zeitlicher Abfolge dar, der notwendig ist, um einen durchgängigen konsistenten und digitalen Unternehmens-Workflow grundsätzlich abzubilden.

Das Ergebnis stellt ein methodisch gewonnenes und systematisch geordnetes Gefüge von Tätigkeitsanforderungen innerhalb übergeordneter und terminlich abhängiger Phasen dar. Dieses kann als Digitalisierungsstrategie nachvollzogen werden, um insbesondere bei fertigenden KMU Digitalisierungsprozesse effizient zu gestalten. Ein reales Pilotprojekt wird derzeit umgesetzt und die Strategie in der Praxis eingeführt.

3.3 Ausblick

Die durch die Digitalisierung entstehenden Möglichkeiten hinsichtlich einer praktischen Umsetzung und Ausprägung sind auszugestalten und zu entwickeln. Die Digitalisierung wird oftmals als eine befremdliche Vision empfunden, die viele Arbeitsplätze in Gefahr bringen kann. Dies liegt jedoch primär in der Ausgestaltung der sich ergebenden Einsatzoptionen. Zweifelsfrei führen digitalisierte Prozesse zu einer Nachfrage an entsprechend qualifiziertem Personal. Für Deutschland bietet die Digitalisierung ein enormes Potential, um in der globalisierten Wirtschaft wettbewerbsfähig zu sein durch ein Höchstmaß an Effizienz. Durch die digitale Transformation der Verfahrensweisen im Bauwesen u.a. in Form der BIM-Methode besteht die Zuversicht, dass notwendige monotone „Nebenarbeiten“ und bürokratische Abläufe automatisiert, reduziert bzw. aufgelöst und das partnerschaftliche Miteinander gefördert werden. Hierdurch würden Kapazitäten frei, um individuums- und fachwissenbezogene Tätigkeiten zu erbringen, die die Leistungsfähigkeit der Fachkräfte und

somit die ökonomische Effizienz maximieren würde. Für junge Fachkräfte würde hierdurch die Bauindustrie deutlich an Attraktivität gewinnen.

4 Zusammenfassung

Die Entwicklung der Digitalisierungsstrategie für fertigende KMU des Baugewerbes schafft die Voraussetzung für kleine und mittelständische Unternehmen, den individuellen unternehmensspezifischen digitalen Wandel vorzunehmen und die Potentiale von digitalen Methoden und Werkzeugen zukünftig zu nutzen. Hierdurch wird die Grundlage geschaffen, dass KMU auch in Zukunft mit Großunternehmen in Konkurrenz treten können, die unternehmensspezifische Strategien entwickeln konnten.

Durch die Analyse der unternehmensspezifischen Wertschöpfungskette im Zuge der Strategieumsetzung wird sichergestellt, den größtmöglichen Effekt einer digitalen Transformation innerhalb eines Unternehmens zu erzielen. Die Intention basiert darauf, sich bei der Digitalisierungsbestrebung über der Wirkungssphäre der BIM-Methode hinaus zu entwickeln. Das gesamte Unternehmen wird in die Umstrukturierung einbezogen und vernetzt, anstatt disziplinäre Insellösungen zu schaffen. Hierdurch wird das Potential ökonomischer Effizienzsteigerungen durch die Digitalisierung über die Grenzen interdisziplinärer Themenkomplexe hinaus maximiert.

Literaturverzeichnis

Bergische Universität Wuppertal

Bergische Universität Wuppertal (Hrsg.): Digitalisierungsstrategien für KMU - Entwicklung eines Handlungsleitfadens zur strukturierten Digitalisierung von kleinen und mittleren Unternehmen der Bau- und Immobilienwirtschaft. Verfügbar unter: <https://www.lbb-bayern.de/fileadmin/quicklinks/Quick-Link-Nr-82100000-Projektskizze-Digitalisierungsstrategien-f%C3%BCr-KMU-Wuppertal.pdf> [Zugriff am: 13. März 2018, 13:43 Uhr]

BMVI (2015)

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.): Stufenplan Digitales Planen und Bauen - Einführung moderner, IT-gestützter Prozesse und Technologien bei Planung, Bau und Betrieb von Bauwerken. Berlin: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur Referat Z 32, 2015

BMVI (2017)

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.): Umsetzung des Stufenplans Digitales Planen und Bauen - Erster Fortschrittsbericht. Berlin: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur Referat Z 32, 2017

Borrmann et al. (2015)

Borrmann, A; König, M; Koch, C; Beetz, J: Building Information Modeling - Technologische Grundlagen und industrielle Praxis. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2015

Borrmann et al. (2016)

A. Borrmann, M. König, M. Braun, R. Elixmann, K. Eschenbruch, K. Hausknecht, M. Hochmuth, T. Liebich, M. Scheffer, D. Singer: Wissenschaftliche Begleitung der BMVI Pilotprojekte zur Anwendung von Building Information Modeling im Infrastrukturbau - Zwischenbericht Wissenschaftliche Begleitung. In: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.). Verfügbar unter: <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bim-zwischenbericht-forschungsbegleitung.html> [Zugriff am: 03. April 2018, 12.53 Uhr], 2016

BuildingSMART (2018)

BuildingSMART e. V. (Hrsg.): Standardisierung - Weiterentwicklung der IFC. Verfügbar unter: <https://www.buildingsmart.de/bim-knowhow/standardisierung> [Zugriff am: 26. März 2018, 11.12 Uhr]

Koalitionsvertrag NRW (2017)

CDU Landesverband NRW (Hrsg.): Koalitionsvertrag für Nordrhein-Westfalen 2017-2022. Verfügbar unter: <https://www.cdu-nrw.de/koalitionsvertrag-fuer-nordrhein-westfalen-2017-2022> [Zugriff am: 26. März 2018, 18:03 Uhr], 2017

König et al. (2016)

M. König, J. Amann, A. Borrmann, M. Braun, R. Elixmann, K. Eschenbruch, A. Goetz, K. Hausknecht, M. Hochmuth, T. Liebich, N. Nejatbakhsh, M. Scheffer, D. Singer: Wissenschaftliche Begleitung der BMVI Pilotprojekte zur Anwendung von Building Information Modeling im Infrastrukturbau - Materialsammlung. In: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.): Verfügbar unter: <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bim-materialsammlung.html> [Zugriff am: 24. März 2018, 15.34 Uhr], 2016

May (2015)

May, Ilka: planen – bauen 4.0 – Gesellschaft zur Digitalisierung des Planens, Bauens und Betreibens mbh – Vortrag am 27 März 2015 beim Bund Deutscher Architekten BDA im Lande Hessen e.V. Verfügbar unter: <http://docplayer.org/15216537-Planen-bauen-4-0-gesellschaft-zur-digitalisierung-des-planens-bauens-und-betreibens-mbh.html> [Zugriff am: 27. April 2018, 11:17 Uhr]

Planen-bauen 4.0 (2018)

planen-bauen 4.0 GmbH (Hrsg.): Standardisierung und Normungsarbeit. Verfügbar unter: <http://planen-bauen40.de/handlungsfelder/standardisierung/> [Zugriff am 04. April 2018, 11:25 Uhr]

Tapscott (1996)

Tapscott, Don: Die digitale Revolution - Verheißungen einer vernetzten Welt - die Folgen für Wirtschaft, Management und Gesellschaft. Wiesbaden: Gabler Verlag, 1996

Risikomanagement in Verkehrsinfrastrukturprojekten: Das Risiko Öffentlichkeit

J. Kutz

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141117-0>

Julia Kutz, M.Sc.

Institut für Bauwirtschaft und Baubetrieb

Lehrstuhl für Infrastruktur- und Immobilienmanagement

Technische Universität Braunschweig

j.kutz@tu-braunschweig.de

Inhalt

1	Einleitung	182
2	Risikomanagement.....	182
2.1	Begrifflichkeiten	182
2.2	Ablauf des Risikomanagements.....	183
2.3	Risikomanagement in Verkehrsinfrastrukturprojekten	184
3	Öffentlichkeitsbeteiligung	185
3.1	Grundsätzliche Regelungen.....	185
3.1.1	Ablauf der Verkehrswegeplanung	185
3.1.2	Formelle und informelle Öffentlichkeitsbeteiligung	186
3.2	Problemfeld Öffentlichkeitsbeteiligung	186
3.3	Berücksichtigung im Risikomanagement.....	187
4	Lösungsansätze.....	188
4.1	Schaffung des Bewusstseins	188
4.2	Erarbeitung von Grundlagen und Modellen.....	188
4.3	Standardisierung der Modelle	189
5	Zusammenfassung	189

1 Einleitung

Insbesondere umfangreiche Verkehrsinfrastrukturprojekte stehen immer stärker in der öffentlichen Kritik und die Proteste gegen sie nehmen zu. Projekte wie Stuttgart 21 haben gezeigt, welche Auswirkungen diese Proteste haben können. Aber auch die Gründe für den Widerstand zeigen, dass der Beteiligung der Öffentlichkeit ein höherer Stellenwert zukommen sollte. Zu den Hauptgründen für die Proteste an Stuttgart 21 zählen laut der Protestierenden Demokratiedefizite.¹

Die Folgen des vermehrten öffentlichen Interesses sind steigende Kosten und zeitliche Verzögerungen. Damit ergeben sich erhebliche Risiken, die im Rahmen des Risikomanagements berücksichtigt werden sollten.² Das Risikomanagement ist derzeit allerdings nicht auf die Betrachtung von Protestrisiken, also die Risiken aus Öffentlichkeitsbeteiligung, ausgerichtet. Es fehlen grundlegende Methoden und Modelle, um ihre Auswirkungen auf ein Verkehrsinfrastrukturprojekt erkennen und beurteilen zu können.

Im Rahmen dieses Beitrags sollen daher zunächst die Grundlagen dieses Themenfeldes aufgezeigt werden. Diese bilden die Basis für anschließende Überlegungen zur Verbesserung der Berücksichtigung von Protestrisiken im Risikomanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten.

2 Risikomanagement

Für die Umsetzung von Projekten im Verkehrsinfrastrukturbereich ist ein strukturiertes Risikomanagement – wie auch für die meisten Bauprojekte - von höchster Bedeutung. Nur durch das Risikomanagement können Projekte zielgerichtet strukturiert und gesteuert und mit einem Mindestmaß an Störungen abgewickelt werden.³ Im Folgenden wird das Risikomanagement kurz vorgestellt.

2.1 Begrifflichkeiten

Der Begriff Risiko wird auf verschiedene Weise definiert. So wird ein Risiko als die „Gefahr der Abweichung von einem definierten Ziel“⁴ verstanden oder auch als Produkt aus Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadenausmaß⁵. Das Risikomanagement wiederum beschreibt alle Tätigkeiten, die im Zusammenhang mit diesen Risiken stehen.⁶ Dabei gilt es die bestehenden Risiken zunächst zu identifizieren, ihren Einfluss zu bewerten und sie durch geeignete Maßnahmen zu mindern.⁷

¹ Vgl. Brettschneider/Schuster (2013), S. 109, Tabelle 3 und S. 122

² Vgl. BMVI (2015), S. 67; Brettschneider/Schuster (2013), S. 320

³ Vgl. Alfen et al. (2010), S. 29; Spang (2016), S. 419

⁴ Spang (2016), S. 421

⁵ Vgl. Becker et al. (2015), S. 28, Abbildung 3.1; Hofstadler/Kummer (2017), S. 23; Jakoby (2015), S. 236

⁶ Vgl. Jakoby (2015), S. 235

⁷ Vgl. Spang (2016), S. 419

2.2 Ablauf des Risikomanagements

Das Risikomanagement kann in vier Schritte eingeteilt werden. Die Abbildung 1 zeigt einen möglichen Ablauf des Risikomanagements sowie eine kurze Erläuterung für jeden Schritt.

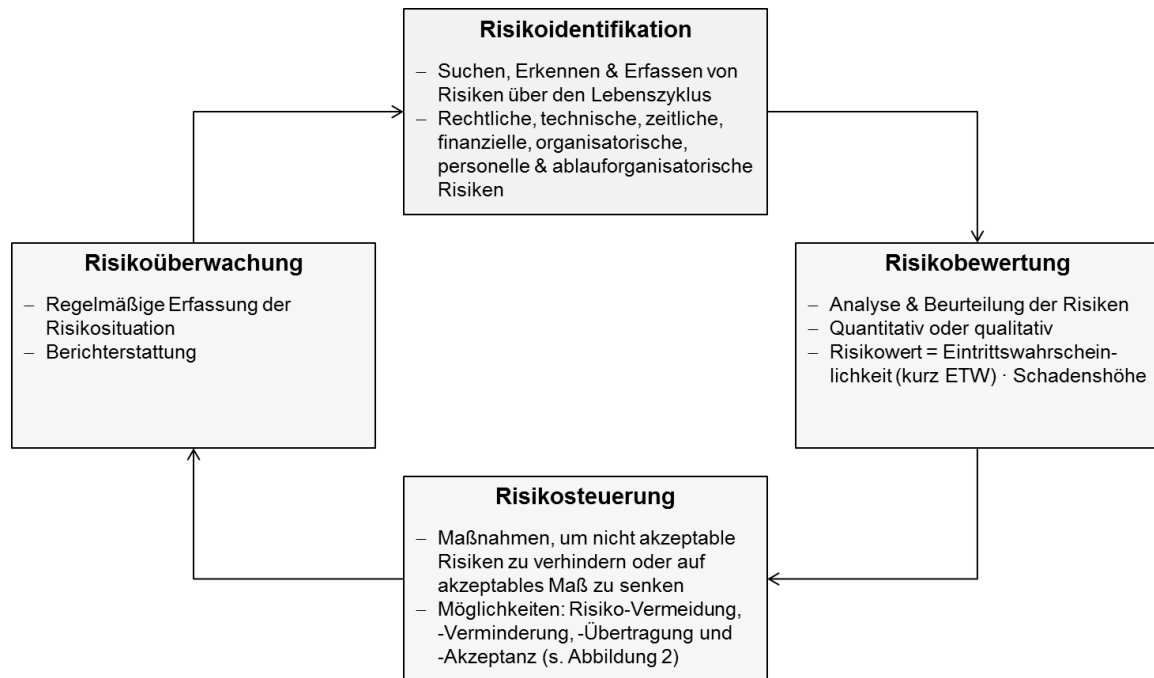


Abbildung 1: Ablauf des Risikomanagements⁸

Im Rahmen des Risikomanagements erfolgen die Risikoidentifikation, die Risikobewertung, die Risikosteuerung und die Risikoüberwachung. Für die Risikosteuerung gibt es verschiedene mögliche Maßnahmen. Diese sind in der folgenden Abbildung 2 kurz dargestellt.

⁸ Eigene Abbildung nach: Diederichs (2013), S. 49, Abbildung 3.1; DIN (2011), S. 10; Jakoby (2015), S. 237; Romeike (2018), S. 38, Abbildung 2.6

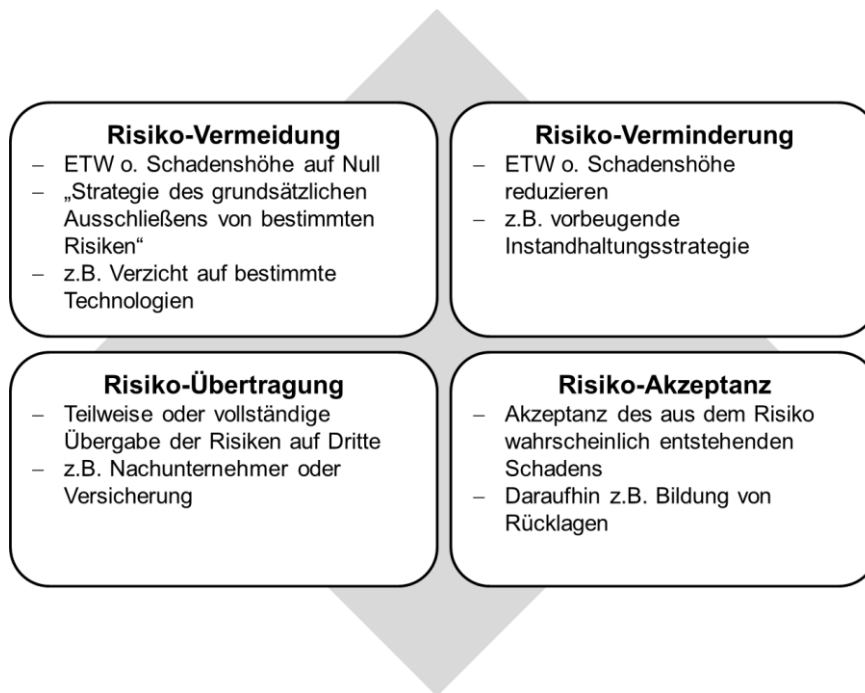


Abbildung 2: Maßnahmen der Risikosteuerung⁹

Für weitere Einzelheiten zu den Schritten des Risikomanagements und den Maßnahmen der Risikosteuerung wird auf die im Zusammenhang mit den Abbildungen genannte Literatur verwiesen.

2.3 Risikomanagement in Verkehrsinfrastrukturprojekten

Die Einführung eines Risikomanagements ist für jedes Projekt von hoher Bedeutung und erfolgsentscheidend. Dieser Grundsatz gilt auch für die Planung und Umsetzung von Verkehrsinfrastrukturprojekten.¹⁰

Derzeit existieren im Bauwesen allerdings keine allgemein gültigen Vorgehensweisen für das Risikomanagement. Die gesetzlichen Bestimmungen geben nur grobe Rahmenbedingungen vor. Anwendbare und einheitliche Ansätze, Methoden, Inhalte und Prozesse bestehen für die praktische Durchführung des Risikomanagements nicht. Auch die Thematisierung in der Literatur ist zu branchenunspezifisch, um für das Bauwesen anwendbare Herangehensweisen zu liefern.¹¹ Letztlich dienen meist die persönlichen Erfahrungen der Projektbeteiligten aus abgeschlossenen Projekten als Grundlage für die Tätigkeiten im Risikomanagement.

Die Reformkommission Bau von Großprojekten hat diese Probleme für die von ihr betrachteten Großprojekte im Verkehrsinfrastrukturbereich thematisiert.¹² Aufgrund dessen hat sie verschiedene Handlungsempfehlungen für das Risikomanagement formuliert. Diese reichen von der Empfehlung zur klaren Entscheidung der öffentlichen Hand zur Einführung eines Risikomanagements in Projekten bis zur Empfehlung von Regelwerken, die Identifikation,

⁹ Eigene Abbildung nach: Alfen et al. (2010), Teil II, S. 243 ff.; Jakoby (2015), S. 244; Meyer/Reher (2016), S. 152; Romeike (2018), S. 45, Abbildung 2.10

¹⁰ Vgl. Spang (2016), S. 419

¹¹ Vgl. Görres (2015), S. 59 f.

¹² Vgl. BMVI (2015), S. 31

Analyse, Bewertung, Steuerung, Überwachung und Dokumentation von Risiken verbindlich vorschreiben.¹³

3 Öffentlichkeitsbeteiligung

Das derzeit wohl umstrittenste Verkehrsinfrastrukturprojekt Deutschlands stammt aus dem Bereich der Schieneninfrastruktur, aber auch Flughafenerweiterungen oder der Bau von Autobahnen stehen in der Kritik.¹⁴ Risiken, die sich aus Protesten der Öffentlichkeit ergeben, sollten unbedingt im Risikomanagement dieser Projekte betrachtet werden. Die Grundlagen der Öffentlichkeitsbeteiligung und die Gründe für ihre Berücksichtigung im Risikomanagement werden nachfolgend thematisiert.

3.1 Grundsätzliche Regelungen

Um die Bedeutung der Öffentlichkeitsbeteiligung für Verkehrsinfrastrukturprojekte nachvollziehen zu können, werden im Folgenden zunächst grundlegende Mechanismen der Verkehrswegeplanung erläutert.

3.1.1 Ablauf der Verkehrswegeplanung

Umfangreiche Verkehrsinfrastrukturprojekte, die eine Vielzahl von öffentlichen und privaten Interessen berühren, laufen i.d.R. nach den nachfolgend beschriebenen Schritten ab. Der Großteil der Neubaumaßnahmen an Bundesfernstraßen, Bundesschienenwegen und Bundeswasserstraßen zählen zu diesen Projekten.

In der Phase der Bedarfsplanung wird festgelegt, welche Projekte sinnvoll umgesetzt werden können und dabei gesamtwirtschaftlich vorteilhaft sind. Im Bundesverkehrswegeplan (kurz BVWP) werden diese Projekte für die drei Verkehrsträger auf Bundesebene zusammengefasst und priorisiert. Der BVWP fließt in die Ausbaugesetze bzw. Bedarfspläne ein. Es folgen die Vorbereitung und Durchführung des Raumordnungsverfahrens, mit dem die raumordnerische Verträglichkeit ggf. auch verschiedener Varianten geprüft wird. Mit der Linienbestimmung wird dann die Linienführung festgelegt. Im Anschluss erfolgt die Zulassung der Projekte. Hierfür wird zunächst eine Entwurfs- und Genehmigungsplanung erstellt, bevor das für umfangreiche Verkehrsinfrastrukturprojekte übliche Planfeststellungsverfahren (kurz PFV) durchlaufen wird.¹⁵

Das PFV ist ein förmliches Verwaltungsverfahren, das die Zulassung bestimmter Vorhaben erteilt. Es wird ein Verwaltungsakt erlassen, der eine Ablehnung, Modifikation oder Zulassung des Vorhabens beschreibt.¹⁶ Der Planfeststellungsbeschluss (kurz PFB) kann innerhalb einer gewissen Frist unter bestimmten Voraussetzungen beklagt werden.¹⁷ Die Erteilung des

¹³ Vgl. BMVI (2015), S. 38

¹⁴ Vgl. BMVI (2014), S. 7; Brettschneider/Schuster (2013), S. 7 und S. 319

¹⁵ Vgl. BMVI (2014), S. 10, Tabelle 1

¹⁶ Vgl. BMVI (2014), S. 116

¹⁷ Vgl. BMVI (2014), S. 58

PFB stellt die Zulässigkeit des Vorhabens in allen öffentlichen Belangen fest.¹⁸ Nach Erteilung des PFB erfolgen die Ausführungsplanung und die anschließende Bauausführung.¹⁹

3.1.2 Formelle und informelle Öffentlichkeitsbeteiligung

In verschiedenen Phasen der Verkehrswegeplanung ist die Beteiligung der Öffentlichkeit vorgesehen.²⁰ Die Ziele der Öffentlichkeitsbeteiligung sind dabei vielfältig. So soll etwa ein Meinungsbild aufgezeigt, Informationen weitergegeben und Konflikte gelöst werden.²¹ Generell unterscheidet man dabei die formelle und die informelle Öffentlichkeitsbeteiligung.

Die formelle Öffentlichkeitsbeteiligung ergibt sich aus geltenden Rechts- und Verfahrensvorschriften, in denen die Beteiligung bestimmter Personenkreise vorgeschrieben ist.²² So erfolgt in der Phase Bedarfsplanung die formelle Beteiligung im Rahmen der strategischen Umweltprüfung (kurz SUP) und im PFV eine Öffentlichkeitsbeteiligung durch die Anhörungsbehörde.²³ An der formellen Beteiligung werden verschiedene Kritikpunkte geäußert. So wird etwa kritisiert, dass Bürger generell zu spät und nicht kontinuierlich beteiligt und keine Informationen bereitgestellt werden.²⁴

Daher wird zunehmend empfohlen, die informelle Öffentlichkeitsbeteiligung in den Prozess einzubinden (z.B. im „Handbuch für eine gute Öffentlichkeitsbeteiligung“ des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur). Auch die Reformkommission Bau von Großprojekten formuliert für Großprojekte im Verkehrsinfrastrukturbereich den Grundsatz, dass umso mehr Öffentlichkeitsbeteiligung notwendig ist, je konfliktträchtiger ein Vorhaben eingeschätzt wird.²⁵ Die informelle Öffentlichkeitsbeteiligung umfasst alle Maßnahmen, die über die in den Verfahren vorgeschriebene Beteiligung hinausgehen.²⁶

3.2 Problemfeld Öffentlichkeitsbeteiligung

Das öffentliche Interesse und der Wunsch nach Teilhabe im Planungsprozess von Verkehrsinfrastrukturprojekten nehmen zu. Bürgerinitiativen, Nachbarn, politische Organisationen oder Umwelt- und Naturschutzverbände bringen sich auf vielfältige Weise ein.²⁷

Neben dem Wunsch nach mehr Teilhabe im Prozess kritisieren die Bürger auch die Art der Kommunikation und fehlende Informationen in den Projekten. Aber auch die Verfahren an sich werden als intransparent wahrgenommen.²⁸ Für das Projekt Stuttgart 21 ergaben Umfragen, dass an zweiter und dritter Stelle „Demokratiedefizite beim Umgang mit Projektkriti-

¹⁸ Vgl. BMVI (2014), S. 116

¹⁹ Vgl. BMVI (2014), S. 16

²⁰ Vgl. BMVI (2014), S. 10, Tabelle 1

²¹ Vgl. Hammacher/Erzigkeit/Sage (2014), S. 100

²² Vgl. BMVI (2014), S. 115

²³ Vgl. BMVI (2014), S. 10, Tabelle 1 und S. 16, Tabelle 2

²⁴ Vgl. BMVI (2014), S. 14

²⁵ Vgl. BMVI (2015), S. 68

²⁶ Vgl. BMVI (2014), S. 16 und S. 115

²⁷ Vgl. Alfen et al. (2010), Teil IV, S. CDLXXXVIII; Brettschneider/Schuster (2013), S. 319

²⁸ Vgl. BMVI (2014), S. 11; Brettschneider/Schuster (2013), S. 9, S. 146 und S. 321

kerInnen“²⁹ und „Demokratiedefizite bei der Planung des Projektes“³⁰ als Protestgründe angesehen werden.³¹

Erfolgt eine adäquate Einbindung der Öffentlichkeit nicht, kann es zu schweren Folgen kommen. Nicht nur die Umsetzung des Projektes kann sich verzögern, auch die Kosten für das Verkehrsinfrastrukturprojekt können steigen. Die zeitlichen Verzögerungen können sich aus den Protestaktionen an sich ergeben, aber auch durch die Beteiligung im PFV und durch Klagen gegen den PFB.³² Aber nicht nur messbare Faktoren resultieren daraus, auch Imageschäden für das Verkehrsinfrastrukturprojekt und den daran Beteiligten sind möglich. Letztlich kann auch der Projektabbruch eine extreme, aber mögliche Folge sein.³³

Diese Auswirkungen zeigen, dass die Projektbeteiligten Risiken aus Öffentlichkeitsbeteiligung im Rahmen des Risikomanagements nachverfolgen sollten. Zu den Risiken, die sich aus einer fehlenden Akzeptanz in der Bevölkerung und einer ungenügenden Öffentlichkeitsbeteiligung ergeben, zählen neben zeitlichen auch finanzielle, gesellschaftliche oder psychologische Risiken. Beispiele für Protestrisiken sind die zeitlichen Verzögerungen durch Konflikte mit Einwänden im PFV, die gesellschaftlichen Imagebeeinträchtigungen und Vertrauensverluste in die öffentliche Hand oder auch die psychologischen Auswirkungen auf den Kapitalmarkt.³⁴

Außerdem ist hierbei zu beachten, dass es mit fortschreitendem Planungsstand zunehmend problematischer wird, Änderungen ohne erhebliche Mehrkosten oder zeitliche Verzögerungen vorzunehmen. Das Projektergebnis ist umso beeinflussbarer je früher eine Änderung veranlasst wird.³⁵

Zwar findet die formelle Öffentlichkeitsbeteiligung im Zuge der Verkehrswegeplanung bereits in frühen Projektphasen statt (z.B. während der Bedarfsplanung), die Öffentlichkeit nimmt die Projekte bzw. ihre Einwände gegen das Projekt aber zu Beginn der Projektlaufzeit kaum wahr. Erst im PFV, in dem die Planungen weitestgehend abgeschlossen sind, werden Einwände hervorgebracht. Im Rahmen des PFV können nur noch in einem sehr begrenzten Ausmaß grundlegende Änderungen vorgenommen werden.³⁶ Dies stellt ein erhebliches Risiko dar, dass in den frühen Projektphasen durch informelle Öffentlichkeitsbeteiligung gemindert werden kann.

3.3 Berücksichtigung im Risikomanagement

Weder rechtlich geregelt noch in der Literatur thematisiert ist die Art und Weise, wie die Öffentlichkeitsbeteiligung im Risikomanagement beachtet werden sollte. Für das Risikomanagement im Bauwesen selbst fehlen wichtige Grundlagen wie Ansätze, Methoden und

²⁹ Brettschneider/Schuster (2013), S. 109, Tabelle 3

³⁰ Brettschneider/Schuster (2013), S. 109, Tabelle 3

³¹ Vgl. Brettschneider/Schuster (2013), S. 109, Tabelle 3

³² Vgl. Alfen et al. (2010), Teil IV, S. CDLXXXVIII; Brettschneider/Schuster (2013), S. 320

³³ Vgl. Alfen et al. (2010), Teil IV, S. CDLXXXVIII

³⁴ Vgl. VDI (2015), S. 43, Tabelle 7

³⁵ Vgl. Spang (2016), S.21 f.

³⁶ Vgl. BMVI (2014), S. 15

Inhalte. Die von der Literatur beschriebenen Ansätze sind ebenfalls unzureichend und machen eine Umsetzung nicht möglich.³⁷

Für die Durchführung der Öffentlichkeitsbeteiligung gibt es mögliche Methoden, wie etwa die Szenarientechnik und die Zukunftswerkstatt.³⁸ Es gibt derzeit allerdings keine Vorgaben dafür, wie die Ergebnisse dieser Beteiligungsmaßnahmen ins Risikomanagement eingebracht werden sollen.

4 Lösungsansätze

Um die Risiken aus ungenügender Öffentlichkeitsbeteiligung in geeigneter Weise berücksichtigen zu können, müssen Lösungsansätze entwickelt werden. Hierfür sollen nachfolgend unter Beachtung der Beschreibungen in Kapitel 2 und 3 Ideen aufgezeigt werden.

4.1 Schaffung des Bewusstseins

Auch heutzutage noch werden viele Risiken, besonders in den ersten Projektphasen, nicht oder nur ungenügend betrachtet.³⁹ Zunächst einmal muss daher ein Bewusstsein für die Berücksichtigung von Risiken geschaffen werden. In diesem Prozess sollte die Notwendigkeit der Berücksichtigung von Protestrisiken hervorgehoben werden.

Eine besondere Rolle kommt dabei den Führungskräften im Verkehrsinfrastrukturprojekt zu. Diese müssen vorgeben, welchen Stellenwert das Risikomanagement im Projekt einnehmen soll und welchen Stellenwert die Berücksichtigung von Protestrisiken besitzt.⁴⁰ Hierfür ist die Etablierung einer offenen Risikokultur notwendig. Um diese offene Risikokultur zu ermöglichen, muss nicht nur die richtungsweisende Entscheidung für systematisches Risikomanagement durch die Führungskräfte erfolgen. Es müssen auch Vorgaben zur Einführung des Risikomanagements formuliert werden. Außerdem müssen die Vorteile des Risikomanagements allen Projektbeteiligten bewusst sein.⁴¹

Die Berücksichtigung der Protestrisiken sollte schon zu Projektbeginn erfolgen. Wie bereits in Kapitel 3.2 erläutert, nimmt die Möglichkeit der Einflussnahme mit zunehmendem Planungsstand ab. Damit steigt auch das mit dem Widerstand der Öffentlichkeit verbundene Risiko. In den frühen Projektphasen sollten daher vermehrt Maßnahmen zur informellen Öffentlichkeitsbeteiligung als Risikosteuerungsmaßnahmen durchgeführt werden.

4.2 Erarbeitung von Grundlagen und Modellen

Das Bewusstsein für die Berücksichtigung von Protestrisiken allein reicht nicht aus, um eine adäquate Behandlung im Rahmen des Risikomanagements zu erreichen. Wie bereits in Kapitel 2.3 erläutert, liegen derzeit keine allgemein gültigen Vorgehensweisen für das Risikomanagement im Bauwesen vor. Auch die Berücksichtigung der Öffentlichkeit im Risikomanagement ist, wie in Kapitel 3.3 gezeigt, nicht anwendbar geregelt.

³⁷ Vgl. Görres (2015), S. 59 f.

³⁸ Vgl. Staatsministerium Baden-Württemberg (2014), S. 24

³⁹ Vgl. BMVI (2015), S. 31

⁴⁰ Vgl. BMVI (2015), S. 31 und S. 33

⁴¹ Vgl. BMVI (2015), S.34 f.

Daher muss organisationsintern z.B. innerhalb der verschiedenen Straßenbauämter oder sinnvollerweise deutschlandweit durch Forschungsinstitute eine Erarbeitung dieser Grundlagen erfolgen. Hierfür können zum einen die bisherigen Erfahrungen in Verkehrsinfrastrukturprojekten auf diesem Gebiet zusammengetragen und analysiert werden. Zum anderen können insbesondere bei deutschlandweit angesetzten Forschungsvorhaben eigene Untersuchungen angestoßen werden, um etwa Vorgehensweisen für die Bestimmung von Protestauslösern oder Modelle zur Bestimmung der Protestneigung zu erforschen.

Für die tiefergehende Erarbeitung von Ansätzen, Modellen etc. sollte ein weitreichender Personenkreis einbezogen werden, um praktikable Lösungen entwickeln zu können. Daher muss hier eine umfangreiche wissenschaftliche Bearbeitung des Themas erfolgen, die einen entsprechenden zeitlichen Umfang in Anspruch nimmt.

Wie schon von der Reformkommission Bau von Großprojekten erläutert, ist es empfehlenswert, die Daten und Erkenntnisse zum Risikomanagement im Bauwesen und insbesondere zu Protestrisiken in einer Datenbank zu erfassen.⁴² So können in Zukunft etwa die Kosten von risikobewältigenden Maßnahmen auf Basis von realen Erfahrungswerten sicher bestimmt werden.

4.3 Standardisierung der Modelle

Die gemäß Kapitel 4.2 entwickelten Modelle sollten für eine erfolgreiche Etablierung in der Praxis anwendbar sein. Um dies zu gewährleisten, könnten sie etwa in Pilotprojekten erprobt werden.

Die Erprobung in Pilotprojekten liefert Erkenntnisse, mit denen die Modelle sinnvoll angepasst und somit für den Einsatz in der Praxis verbessert werden können. Die verbesserten Modelle können durch ihre Praktikabilität und die damit einhergehende zunehmende Anwendung in Praxisprojekten zu einem standardisierten Vorgehen beitragen.

5 Zusammenfassung

Für Verkehrsinfrastrukturprojekte ist die Beteiligung der Öffentlichkeit in formellen und informellen Verfahren vorgeschrieben. Die negativen Auswirkungen, die eine unzureichende Öffentlichkeitsbeteiligung haben kann, hat z.B. Stuttgart 21 eindrucksvoll gezeigt. Daher sollten in jedem Projekt geeignete Maßnahmen zur Beteiligung der Öffentlichkeit getroffen werden. Insbesondere auch die sich daraus ergebenden Risiken müssen adäquat im Risikomanagement behandelt werden.

Derzeit sind das Risikomanagement selbst sowie geeignete Vorgehensweisen in der Baubranche nicht etabliert. Für die Risiken aus Öffentlichkeitsbeteiligung, die Protestrisiken, bestehen keine Ansätze, Modelle oder andere Vorgaben, wie mit ihnen umgegangen werden soll.

Daher muss in einem ersten Schritt das Bewusstsein für das Risikomanagement im Allgemeinen und für Protestrisiken im Speziellen bei allen Projektbeteiligten geschaffen werden.

⁴² Vgl. BMVI (2015), S. 38

Des Weiteren sollten die Erkenntnisse aus abgeschlossenen Verkehrsinfrastrukturprojekten gesammelt und hinsichtlich der Protestrisiken analysiert werden. Auch Modelle, die z.B. die Bestimmung der Protestneigung möglich machen, sollten erarbeitet und erforscht werden. Erst mithilfe der somit gewonnen Erkenntnisse können ggf. standardisierte Vorgehensweisen und Bewertungssysteme für Protestrisiken entwickelt werden.

Bislang bestehen für die Betrachtung der Protestrisiken im Risikomanagement lediglich persönliche Erfahrungen, die als Grundlage dienen können. Bis standardisierte Vorgehensweisen implementiert werden können, müssen in einem zeitintensiven Prozess wissenschaftliche Grundlagen für die fundierte Betrachtung geschaffen werden.

Literaturverzeichnis

Alfen et al. (2010)

Alfen, Hans Wilhelm et al.: Lebenszyklusorientiertes Risikomanagement für PPP-Projekte im öffentlichen Hochbau - Abschlussbericht zum Forschungsprojekt. Schriftenreihe der Professur Betriebswirtschaftslehre im Bauwesen, Heft 11. Weimar: Verlag der Bauhaus-Universität, 2010

Becker et al. (2015)

Becker, Wolfgang et al.: Projektrisikomanagement im Mittelstand. Management und Controlling im Mittelstand. Wiesbaden: Springer Gabler, 2015

BMVI (2014)

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI): Handbuch für eine gute Bürgerbeteiligung - Planung von Großvorhaben im Verkehrssektor. Berlin: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), 2014

BMVI (2015)

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI): Reformkommission Bau von Großprojekten - Komplexität beherrschen – kostengerecht, termintreu und effizient. Berlin: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), 2015

Brettschneider/Schuster (2013)

Brettschneider, Frank; Schuster, Wolfgang: Stuttgart 21 - Ein Großprojekt zwischen Protest und Akzeptanz. Wiesbaden: Springer VS, 2013

Diederichs (2013)

Diederichs, Marc: Risikomanagement und Risikocontrolling. 3. Auflage. München: Vahlen, 2013

DIN (2011)

Norm DIN EN 31010 11/2011: Risikomanagement - Verfahren zur Risikobeurteilung

Görres (2015)

Görres, Laurenz: Projekt-Management von Großprojekten in der Vorvertragsphase - Verbesserung des Projekt-Managements von Großprojekten in der Vergabe- und Angebotsphase durch eine Analyse der Störfaktoren und des Konfliktpotentials baubetrieblicher Prozesse. München: Universität der Bundeswehr, 2015

Hammacher/Erzigkeit/Sage (2014)

Hammacher, Peter; Erzigkeit, Ilse; Sage, Sebastian: So funktioniert Mediation im Planen + Bauen - Mit Fallbeispielen und Checklisten. 3. Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2014

Hofstadler/Kummer (2017)

Hofstadler, Christian; Kummer, Markus: Chancen- und Risikomanagement in der Bauwirtschaft - Für Auftraggeber und Auftragnehmer in Projektmanagement, Baubetrieb und Bauwirtschaft. Berlin: Springer Vieweg, 2017

Jakoby (2015)

Jakoby, Walter: Projektmanagement für Ingenieure - Ein praxisnahes Lehrbuch für den systematischen Projekterfolg ; mit 59 Tabellen, 95 Beispielen, 70 Übungsaufgaben, 134 Verständnisfragen und 3 durchgängigen Fallbeispielen. 3. Auflage. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2015

Meyer/Reher (2016)

Meyer, Helga; Reher, Heinz-Josef: Projektmanagement - Von der Definition über die Projektplanung zum erfolgreichen Abschluss. Wiesbaden: Springer Gabler, 2016

Romeike (2018)

Romeike, Fran: Risikomanagement. Studienwissen kompakt. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2018

Spang (2016)

Spang, Konrad: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg, 2016

Staatsministerium Baden-Württemberg (2014)

Staatsministerium Baden-Württemberg: Leitfaden für eine neue Planungskultur. Stuttgart: Staatsministerium Baden-Württemberg, 2014

VDI (2015)

Richtlinie VDI 7000 01/2015: Frühe Öffentlichkeitsbeteiligung bei Industrie- und Infrastrukturprojekten

Chancen agiler Methoden für das Bauprojektmanagement

K. Lennartz

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141119-0>

Katharina Marie Lennartz, M. Sc.

Lehrstuhl und Institut für Baubetrieb und Projektmanagement

RWTH Aachen University

lennartz@ibp.rwth-aachen.de

Inhalt

1	Einleitung und Problemstellung	194
2	Agilität	195
2.1	Definition.....	195
2.2	Das Agile Manifest.....	197
3	Klassisches und agiles Management.....	198
3.1	Merkmale klassischen Managements	198
3.2	Merkmale agilen Managements	198
3.3	Mischformen	199
4	Agile Managementmethoden	200
4.1	Scrum.....	200
4.2	Kanban	201
4.3	Design Thinking	201
5	Fazit und Ausblick	202

1 Einleitung und Problemstellung

In den letzten Jahrzehnten scheint sich die Welt zunehmend schneller zu drehen: Durch die rasante Globalisierung gibt es immer mehr internationale Einflüsse, Trends und Neuerungen, die Digitalisierung setzt ihren Einzug in sämtlichen Branchen unaufhaltsam fort, Produktlebenszyklen verkürzen sich zusehends, Entscheidungstakte werden immer schneller und das Internet der Dinge revolutioniert die Produktentwicklung sowie unseren zukünftigen Alltag. Kurz gesagt wird unsere Umwelt immer unverhersehbarer und volatiler, was sich auch auf unser alltägliches Tun im privaten sowie im beruflichen Umfeld auswirkt.

Auch die Baubranche ist für die sich ständig ändernden Rahmenbedingungen eines Projektes bekannt. In der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB) wird dem Bauherren sogar explizit ein Änderungsrecht eingeräumt.¹ Im Laufe des Projektes können sich somit Änderungen auf Anordnung des Bauherren ergeben, jedoch auch durch aufgrund von aktualisierten Normen und Richtlinien oder bautechnisch erforderliche Anpassungen. Darüber hinaus ist es nicht selten, dass der spätere Gebäudenutzer seine Anforderungen zu Beginn des Projektes noch gar nicht genau formulieren kann oder sich seine Wünsche im Laufe einer mehrjährigen Projektlaufzeit ändern.² Die ausgelieferte Leistung, das fertige Bauobjekt, entspricht somit in den seltensten Fällen der ursprünglich bestellten Leistung bzw. dem Entwurf.

In dieser höchst volatilen Projektumgebung geraten Projektleitung und -steuerung mit den Methoden des klassischen Projektmanagements in vielen Fällen an ihre Grenzen. Kosten explodieren, Fertigstellungstermine können nicht eingehalten werden, Bauherren sind mit Planung und Ausführung unzufrieden. Nicht zuletzt die allgegenwärtigen Schlagzeilen über diverse Großprojekte führen vor Augen, dass die klassische Termin- und Kostensteuerung nach dem Wasserfallprinzip überholt zu sein scheint. An diesem Punkt stellt sich die Frage, ob die Baubranche nicht an bereits in anderen Branchen gewonnenen Erkenntnissen partizipieren kann. In der Branche der Softwareentwicklung kommen bereits seit vielen Jahren sogenannte agile Methoden zum Einsatz, die ein optimiertes Management in Projekten mit sich ständig ändernden Randbedingungen versprechen.

Der Chaos Report der Standish Group von 2011 zeigt, dass die Anwendung agiler Prinzipien im Management von IT-Projekten im Vergleich zu traditionellen Ansätzen zu einer höheren Erfolgswahrscheinlichkeit führt. Agile Projekte stellten sich in dieser Langzeitstudie als dreimal so erfolgreich und dreimal seltener scheiternd dar als andere Projekte.³ Deshalb gilt es, die Adaptionmöglichkeiten, Potenziale und Chancen agiler Methoden für das Bauprojektmanagement zu untersuchen.

¹ Vgl. § 1 Abs. 3 VOB/B, 2016.

² Vgl. Preußig, Agiles Projektmanagement, 2015, S. 13-14.

³ Vgl. Verheyen, Scrum, 2017, S. 23.

2 Agilität

In diesem Kapitel wird zunächst auf den Begriff der Agilität, das in der IT-Branche im Jahr 2001 entwickelte Agile Manifest sowie die sämtlichen agilen Methoden zugrunde liegenden Prinzipien eingegangen.

2.1 Definition

Eine eindeutige Definition des Begriffs der Agilität gibt es nicht. In einem Wirtschaftslexikon wird Agilität folgendermaßen beschrieben:

„Agilität ist die Fähigkeit einer Organisation, flexibel, aktiv, anpassungsfähig und mit Initiative in Zeiten des Wandels und der Unsicherheit zu agieren.“⁴

Im Duden werden als Synonyme für das Wort Agilität Begriffe wie Gewandtheit, Vitalität und Wendigkeit angegeben. Allen Definitionen gemein ist die Tatsache, dass es sich um eine Management-Fähigkeit in dynamischem Umfeld handelt.

Gemäß dem Scrum Taschenbuch von Verheyen werden folgende Attribute als für agile Methoden kennzeichnend beschrieben:⁵

- Der Mensch im Fokus
- Dienendes Führen
- Iterativ-inkrementeller Prozess
- Messbarer Erfolg
- Veränderung

Der Mensch im Fokus

Bei agilen Methoden steht grundsätzlich die kontinuierliche Zusammenarbeit von Menschen unterschiedlicher Fachdisziplinen, Abteilungen und Herkunft im Fokus. Das vom Gesamtprozess losgelöste Abarbeiten einzelner Aufgabenpakete jeder Abteilung oder Fachdisziplin soll durch eine enge Verzahnung und regelmäßige, ritualisierte Kommunikation zugunsten echter Zusammenarbeit verhindert werden. Das Arbeitspensum der Mitarbeiter soll dabei auf einem Level gehalten werden, das durch diese langfristig leistbar ist, ohne gesundheitlichen Schaden zu nehmen. Dieser Grundsatz wird als Idee der vertretbaren Arbeitsgeschwindigkeit (engl. „sustainable pace“) beschrieben.⁶

Dienendes Führen

Nachdem die Standish Group im Rahmen einer Langzeitstudie über das Projektmanagement in IT-Projekten wiederholt Defizite sowie niedrige Erfolgsraten von nur 10-20 % nachgewiesen hatte und diese als Folge der Verankerung des tayloristischen Menschenbildes aus dem industriellen Zeitalter identifiziert wurden, entwickelte sich in den 1990er Jahren eine neue

⁴ Onpulson Wirtschaftslexikon, Agilität, 2018.

⁵ Vgl. Verheyen, Scrum, 2017, S. 26.

⁶ Vgl. Verheyen, Scrum, 2017, S. 27.

Weltanschauung basierend auf einem deutlich abweichenden Menschenbild. Dieses Menschenbild geht von intrinsisch motivierten Arbeitnehmern aus, die ihre Fähigkeiten und Kreativität verantwortlich einbringen und dafür Wertschätzung erfahren möchten.

In agilen Teams wird auf Grundlage dieses Menschenbildes bewusst auf Befehls- und Kontrollmechanismen durch Vorgesetzte verzichtet. Die managementseitige Führung solcher Teams versteht sich daher als dienende Führung (engl. „servant leadership“), die lediglich einen geeigneten Rahmen für die Selbstorganisation des Teams vorgibt.⁷

Iterativ-inkrementeller Prozess

Agile Prozesse sind durch Iterationen in Form von regelmäßigen Feedback-Schleifen geprägt. Im Rahmen dieser Feedback-Zyklen werden Teile der Gesamtleistung als sogenannte Inkremente mit einem klaren Wert für den Kunden erschaffen, einem Review unterzogen, verändert, optimiert, überarbeitet und erweitert. Ständige Qualitätskontrollen erfolgen durch das Team sowie durch regelmäßiges Feedback von Seiten des Kunden. Eklatante Diskrepanzen zwischen den Vorstellungen des Kunden sowie dem tatsächlichen Output sollen auf diese Weise systemisch und kontinuierlich vermieden werden.⁸

Messbarer Erfolg

Erfolg wird in agilen Projekten nicht durch die bloße Übereinstimmung des Outputs mit Plänen, Meilensteinen, Listen und sonstigen Anforderungsdokumenten, die zu Projektbeginn erstellt wurden, gemessen, sondern in der Funktionsfähigkeit und Nützlichkeit des Produkts sowie in dem für den Kunden entstandenen Mehrwert des Projektergebnisses.⁹ Dies macht eine regelmäßige Kommunikation und enge Zusammenarbeit mit dem Kunden während des Erstellungsprozesses unverzichtbar.

Veränderung

Eine zunehmend volatile Projektumgebung, die durch nicht vorhersehbare Änderungen wie die Entwicklung von Märkten und Mitbewerbern, die Verschiebungen von Prioritäten, neue Möglichkeiten durch technische Entwicklungen sowie ständig neue Einblicke zur Folge hat, führt dazu, dass ein professioneller Umgang mit Änderungen im Projektverlauf unverzichtbar ist.

Agile Prinzipien setzen ein völlig verschiedenes Grundverständnis des Begriffs der Veränderung voraus. Während Veränderungen in klassisch organisierten Projekten als störende Unterbrechung empfunden werden, werden sie in agilen Projekten als natürlicher Teil des Prozesses und Innovationsquelle verstanden.¹⁰

⁷ Vgl. Verheyen, Scrum, 2017, S. 27.

⁸ Vgl. Preußig, Agiles Projektmanagement, 2015, S. 48-52.

⁹ Vgl. Verheyen, Scrum, 2017, S. 28.

¹⁰ Vgl. Preußig, Agiles Projektmanagement, 2015, S. 59-62.

2.2 Das Agile Manifest

In der IT-Branche kommen agile Methoden bereits seit einigen Jahren zur Anwendung. Im Jahr 2001 vereinbarten sich Fachleute der IT-Welt auf das sogenannte Agile Manifest, in dem die Grundwerte für ein agiles Projektmanagement niedergeschrieben wurden (siehe Abbildung 1).

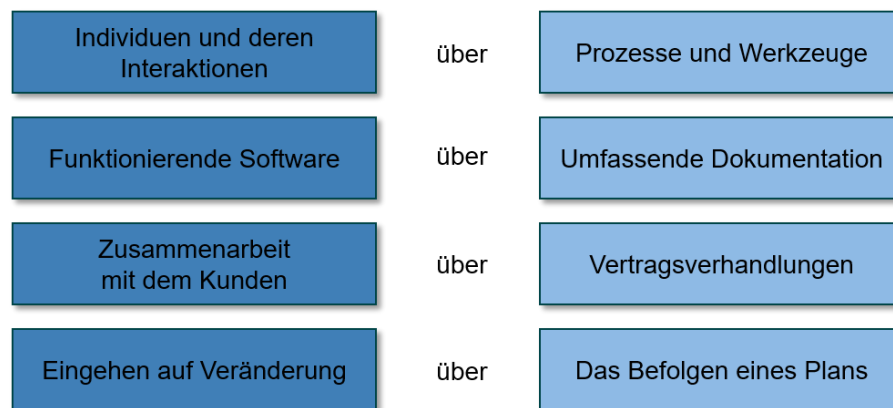


Abbildung 1: Grundwerte des Agilen Manifests¹¹

Im agilen Projektmanagement werden Individuen und deren Interaktionen im Projekt an erster Stelle gesehen. Prozessoptimierende Werkzeuge und Kommunikationstechnologien sollen dabei in Maßen und nur als Mittel, keinesfalls zum Selbstzweck Anwendung finden. Es ist dabei auf einfache Strukturen wie gemeinsame Verantwortlichkeiten und kurze Kommunikationswege zu achten.¹²

Des Weiteren plädiert das Agile Manifest für die Erarbeitung funktionierender Software in Form von Inkrementen durch regelmäßige Funktionstests. Von der Erstellung umfassender und pflegeintensiver Dokumentationen wird hingegen abgeraten, da diese aufgrund der volatilen Projektumgebung einer häufigen Aktualisierung zu unterziehen sind oder aber in kurzer Zeit obsolet werden.

Die enge und flexible Zusammenarbeit mit dem Kunden sowie der Aufbau eines Vertrauensverhältnisses wird über Vertragsverhandlungen gestellt. Die Zufriedenheit des Kunden stellt dabei das Hauptziel eines Projekts dar, welche durch häufiges Feedback seitens des Kunden erreicht werden soll.

Basierend auf der Erfahrung, dass der Kunde seine Bedürfnisse und Anforderungen an das Produkt selbst erst im Verlauf des Projekts zu artikulieren und detaillieren vermag, wird die Möglichkeit, auf Veränderungen eingehen zu können, dem stupiden Befolgen eines einmal zu Projektbeginn fixierten Plans vorgezogen. Es kommen daher Techniken zur Anwendung, die helfen, Veränderungen frühzeitig zu erkennen und Änderungsaufwände gering zu halten.

¹¹ Eigene Darstellung in Anlehnung an Kent et al., Manifest, 2001.

¹² Vgl. Preußig, Agiles Projektmanagement, 2015, S. 19.

3 Klassisches und agiles Management

Agiles Management steht nicht immer ausschließlich konträr gegenüber dem klassischen Projektmanagement. Es kann in vielen Fällen auch als eine Erweiterung verstanden werden. In diesem Kapitel werden die Hauptmerkmale klassischen und agilen Managements aufgezeigt sowie auf die Anwendung von Mischformen eingegangen.

3.1 Merkmale klassischen Managements

Im klassischen Projektmanagement – auch als Wasserfallmodell bezeichnet – wird von einem aufeinanderfolgenden Abarbeiten einzelner Arbeitsschritte hin zu einem vorher genau definierten Projektziel ausgegangen (siehe Abbildung 2). Ein Zurückspringen in vorherige Stufen der Bearbeitung ist dabei standardgemäß nicht vorgesehen.

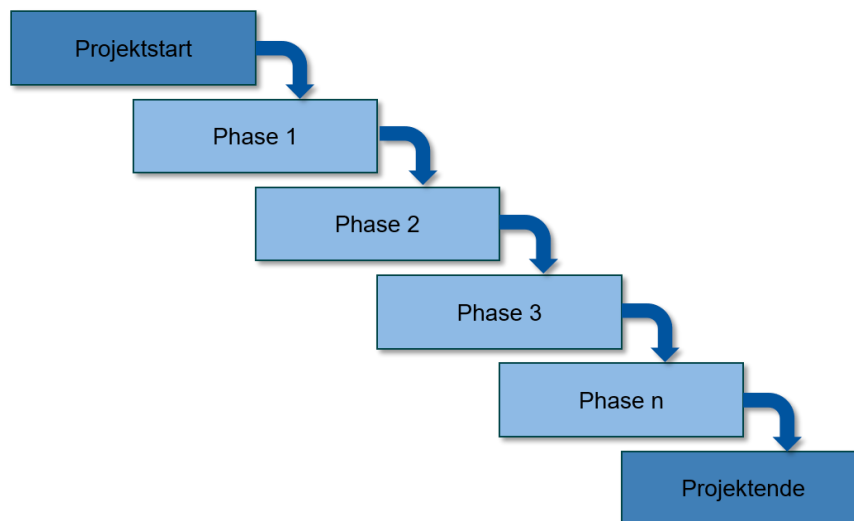


Abbildung 2: Wasserfallmodell¹³

Der wesentliche Nachteil dieses Verfahrens ist, dass Änderungen der Zielsetzungen oder Rahmenbedingungen unberücksichtigt bleiben. Sämtliche Zielgrößen werden im Vorfeld gesammelt, um sie in Arbeitspakete herunterzubrechen und sukzessive über die Projektlaufzeit abzuarbeiten. Es handelt sich also um einen offenen Regelkreis, der einen hohen Grad an Vorhersehbarkeit der Parameter und Randbedingungen voraussetzt und in dem Änderungen per se als Störung gesehen werden.¹⁴

3.2 Merkmale agilen Managements

Wie in Kapitel 1 beschrieben, ist genau diese Stabilität und Vorhersehbarkeit in heutigen Bauprojekten jedoch in vielen Fällen nicht gegeben. Vielmehr sind in einem volatilen Umfeld die dynamischen Zielgrößen im Projektverlauf zu überprüfen, um die Bemühungen durch ein gleichermaßen dynamisches Management neu auszurichten und kontinuierlich anzupassen. In diesem Fall spricht man von einem iterativen Vorgehen, das auf empirischer Prozesskon-

¹³ Eigene Darstellung in Anlehnung an Preußig, Agiles Projektmanagement, 2015, S. 48.

¹⁴ Vgl. Verheyen, Scrum, 2017, S. 75.

trolle und wiederholten Feedbackschleifen basiert. Die Tatsache, dass sich Änderungen im Projektverlauf ergeben werden, wird in diesem Modell nicht als Störung empfunden, sondern antizipiert und von Vorneherein berücksichtigt. Nicht das aufeinanderfolgende Abarbeiten einzelner Arbeitsschritte, sondern die vielschichtigen Abhängigkeiten zwischen den Arbeitsschritten und ein iteratives Vorgehen steht in diesem Modell im Vordergrund (siehe Abbildung 3).

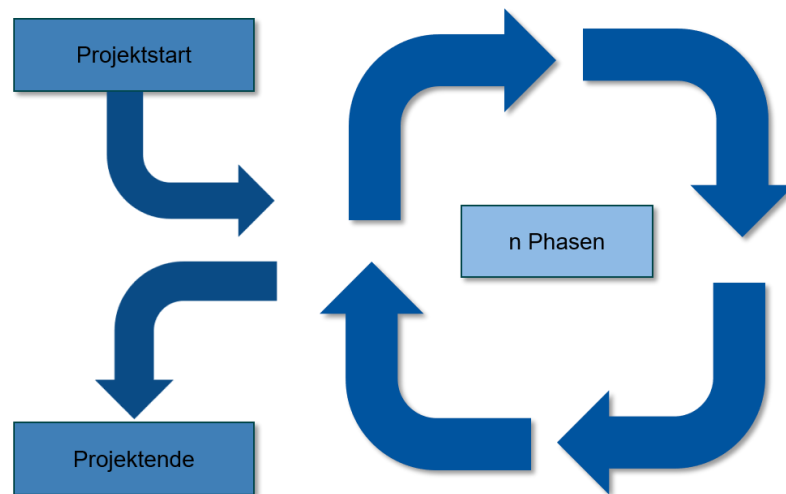


Abbildung 3: Iteratives Prozessmodell¹⁵

Die detaillierte Planung von Arbeitspaketen, die weit in der Zukunft liegen, stellt sich in einem solchen Modell als nicht sinnvoll dar, da die Parameter sich ändern könnten, noch bevor die Abarbeitung dieses Arbeitspaketes begonnen wurde. Auf diese Weise können Zeit gewonnen und Kapazitäten geschont werden.

3.3 Mischformen

In der Praxis kommen in vielen Fällen Mischformen klassischer und agiler Managementmethoden zum Einsatz. Dabei wird zwischen einer hybriden und einer selektiven Anwendung unterschieden: In einer hybriden Anwendungsform werden Projekte mit einer Mischform aus klassischen und agilen Methoden durchgeführt, während in einer selektiven Anwendungsform ausgewählte Projekte mit agilen Methoden, andere Projekte mit klassischen Projektmanagementmethoden durchgeführt werden.

Im Abschlussbericht der Studie „Status Quo Agile“, die die Anwendungsformen und den Erfolg agiler Methoden untersucht, gaben 37 % der Befragten an, agile Methoden in einer hybriden Anwendungsform zu nutzen, während 31 % der Befragten agile Methoden selektiv anwenden. Bei 20 % der Teilnehmenden kommen durchgehend agile Methoden zur Anwendung; weitere 12 % gaben an, durchgängig klassische Managementmethoden zu nutzen.¹⁶ Es ist allerdings zu beachten, dass dies keine repräsentative Verteilung darstellt. Da die Studie „agil“ im Namen trägt, muss vielmehr davon ausgegangen werden, dass sich insbe-

¹⁵ Eigene Darstellung in Anlehnung an Preußig, Agiles Projektmanagement, 2015, S. 49.

¹⁶ Vgl. Komus/Kuberg, Abschlussbericht Status Quo Agile, 2017, S. 15-16.

sondere Firmen, die sich bereits mit Agilität und agilen Methoden beschäftigt haben, angesprochen fühlen und an der Studie teilnehmen. Die Verteilung zeigt jedoch sehr wohl, dass der Anteil von Projekten und Entwicklungsprozessen, in denen agile Methoden in Mischformen zur Anwendung kommen, den Anteil der rein agilen Projekte deutlich übersteigt.

4 Agile Managementmethoden

Es gibt eine Vielzahl agiler Managementmethoden, die sich auf die in Kapitel 2 beschriebenen Grundwerte berufen. Zu den bekanntesten Methoden gehören dabei Scrum, Kanban und Design Thinking, die im Folgenden kurz beschrieben werden.

4.1 Scrum

Scrum ist ein im Jahr 1993 entwickeltes, agiles Managementframework aus der Softwareentwicklung, das mit drei Rollen, fünf Ereignissen und drei Dokumenten wenig verbindliche Regeln vorgibt. Vielmehr stellt es ein Rahmenwerk dar, das projektspezifisch ausgestaltet werden kann. Die Bezeichnung „Scrum“ stammt aus dem Rugby Sport und kann mit „Gedränge“ übersetzt werden. Es handelt sich dabei um einen wichtigen und komplizierten Spielzug, der nur durch präzise abgestimmte Teamarbeit erfolgreich durchgeführt werden kann.¹⁷

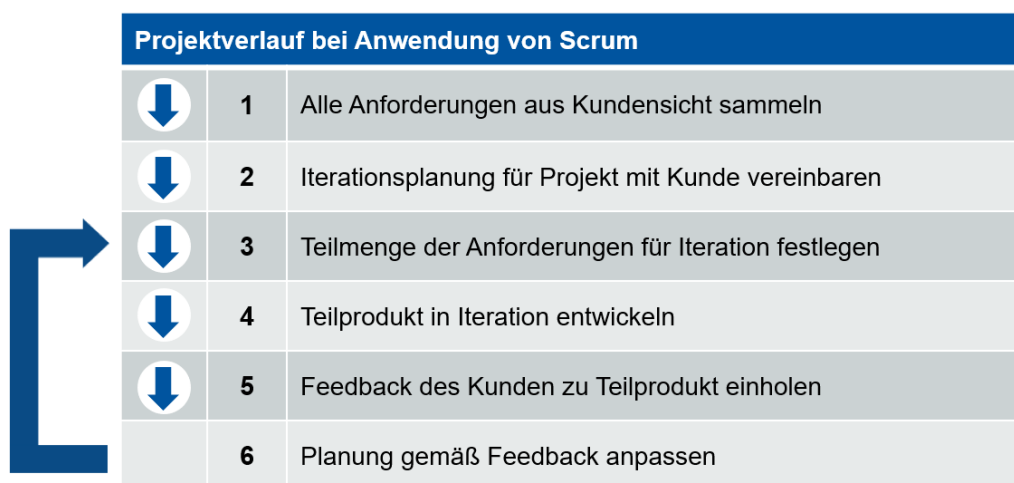


Abbildung 4: Projektverlauf bei Anwendung von Scrum¹⁸

Der Projektverlauf bei der Anwendung von Scrum (siehe Abbildung 4) beginnt damit, sämtliche Anforderungen aus Sicht des Kunden zu sammeln und im sogenannten Product Backlog zusammenzustellen. Dabei handelt es sich um eine priorisierte Liste jener Anforderungen, die das fertige Produkt erfüllen sollte. Diese Anforderungen werden in sogenannten Sprints, das sind fixierte Zeitfenster von maximal 30 Tagen, umgesetzt. Dazu werden die am höchsten priorisierten Anforderungen in das sogenannte Sprint Backlog übernommen, welches die

¹⁷ Vgl. Pichler, Scrum, 2008, S. 1-3.

¹⁸ Eigene Darstellung in Anlehnung an Preußig, Agiles Projektmanagement, 2015, S. 135.

im kommenden Sprint umzusetzenden Deliverables enthält, also eine Teilmenge des Product Backlog darstellt. Iterativ wird nun im Rahmen eines Sprints ein Teilprodukt entwickelt und anschließend ein Feedback des Kunden zu dieser Teilleistung eingeholt. Anhand dieses Feedbacks wird das Product Backlog angepasst und das nächste Sprint Backlog erstellt, bevor die nächste Iteration beginnt.

Um eine durchgängige Abstimmung im Team zu gewährleisten, stimmt sich dieses täglich im sogenannten Daily Scrum über den aktuellen Arbeitsstand und etwaige Probleme ab. Am Ende des Sprints gibt es neben dem Sprint Review, in dem der Kunde Feedback zu den im letzten Sprint erarbeiteten Leistungen gibt, eine Sprint Retrospective, in der das Scrum Team die Prozesse des vergangenen Sprints reflektiert und selbstverantwortlich über Änderungen in der Vorgehensweise entscheidet. Das Scrum Team besteht neben dem selbstorganisierten Umsetzungsteam aus dem Product Owner, der das Product Backlog verantwortet, und dem Scrum Master, der dafür Sorge trägt, dass sämtliche Scrum Regeln berücksichtigt werden und das Team ungestört arbeiten kann.¹⁹

4.2 Kanban

Kanban ist eine Change-Management-Methode, mit der durch David Anderson 2007 einige Grundgedanken des Lean Management in die Branche der Softwareentwicklung transformiert wurden. Die Methode beruht insbesondere auf verbrauchsgesteuerten Prozessen, dem sogenannten Pull Prinzip, der Visualisierung von Arbeitsschritten, sogenannten Workflow Steps, sowie Signalkarten (jap. „kan-ban“). Am Kanban Board werden einzelne Arbeitspakete, visualisiert durch Karten, je nach dem Status ihrer Bearbeitung in Spalten (bspw. To Do, Work in Progress, Done) gegliedert.²⁰

Gemäß dem Grundgedanken von Kanban wird pro Teammitglied ein Work in Progress Limit (WIP-Limit) vereinbart, das ineffizientes Arbeiten oder Überforderungen durch zu viele parallel durchgeführte Tätigkeiten verhindern soll.²¹

Dadurch dass in Kanban nur wenige Regeln verbindlich definiert sind, kommt es in vielen Fällen in Kombination mit weiteren agilen Managementmethoden zum Einsatz.

4.3 Design Thinking

Design Thinking ist eine nutzerzentrierte Methode zur Ideenfindung und Bewältigung kreativer Herausforderungen in multidisziplinären Teams, die an der Stanford University entwickelt wurde. Grundsätzlich basiert die Methode auf einem mehrstufigen Vorgehen, das sich auf die historisch gewachsenen Kernprinzipien Multiperspektivität, Nutzerzentriertheit und dem lernenden Vorgehen stützt (siehe Abbildung 5). In der Literatur wird der Prozess mit einer unterschiedlichen Anzahl an Phasen dargestellt, denen jedoch allen die Nutzerfokussierung, das Testen von Prototypen sowie das Prinzip der Iteration gemein sind.²²

¹⁹ Vgl. Verheyen, Scrum Taschenbuch, 2017, S. 54-60.

²⁰ Vgl. Wintersteiger, Scrum Schnelleinstieg, 2012, S. 23-24.

²¹ Vgl. Preußig, Agiles Projektmanagement, 2015, S. 89-90.

²² Vgl. Kerguenne/Schaefer/Taherivand, Design Thinking, 2017, S. 14-15.

Design Thinking Prozess		
3 Kernprinzipien	10 Schritte	
Multi-perspektivität	1	Das Planbare planen
	2	Interaktionsregeln aufstellen
	3	Ziel formulieren
Nutzer-zentriertheit	4	Herausforderung verstehen
	5	Empathie entwickeln
	6	Sichtweise definieren
Lernend nach vorne gehen	7	Ideen entwickeln
	8	Prototypen umsetzen
	9	Testen und Iterieren
	10	Wertedefinition und Implementierungsplanung

Abbildung 5: Design Thinking Prozess²³

Zunächst geht es darum, den Blickwinkel zu einer 360° Perspektive zu weiten sowie das Gefühl von Unsicherheit durch die Formulierung eines Ziels sowie von Interaktionsregeln weitestgehend zu reduzieren. Auf diesem Weg soll ein Kreativraum geschaffen werden, der die Lösung komplexer Probleme ermöglicht. Darüber hinaus ist die zu lösende Herausforderung eingehend zu durchdringen und zu verstehen, um ein Ansetzen am falschen Problem zu vermeiden. Es gilt weiterhin, den späteren Anwender oder Nutzer eines Produkts bzw. Objekts mit seinen Wünschen und Bedürfnissen zu erfassen und bei seinen Gewohnheiten zu beobachten. Als besonders relevant wird hierbei erachtet, dass die Beobachtungen tatsächlich vor Ort durchgeführt werden. Die gewonnenen Erkenntnisse werden zusammengetragen und zu einem stimmigen Gesamtbild synthetisiert, bevor die Ideengenerierung, bspw. mit Hilfe von Brainstorming, beginnt. Dabei sollte zunächst unreflektiert eine hohe Anzahl an Ideen fixiert werden, bevor diese hinsichtlich ihrer Tauglichkeit, Machbarkeit, Wirtschaftlichkeit etc. gewertet und sondiert werden. Im Anschluss werden von den vielversprechendsten Ideen Prototypen entwickelt, um diese erlebbar zu machen und vom Nutzer interaktiv testen zu lassen. Das gewonnene Feedback gibt nun Input für Optimierungen und etwaige Alternativen, bevor schlussendlich ein Plan für die Implementierung ausgearbeitet wird.

5 Fazit und Ausblick

Die vorangegangenen Ausführungen und Überlegungen dieses Artikels haben gezeigt, dass es für die Anwendung agiler Methoden in Zeiten besonders volatiler Projektumgebungen auch in der Baubranche durchaus Potenzial gibt. Die Studie „Status Quo Agile“ ergab, dass agile Methoden zwar nach wie vor am häufigsten in der IT-Branche zur Anwendung kommen, jedoch auch in IT-nahen Bereichen sowie Themen ohne direkten IT-Bezug bereits

²³ Eigene Darstellung in Anlehnung an Kerguenne/Schaefer/Taherivand, Design Thinking, 2017, S. 16.

erfolgreich eingesetzt werden.²⁴ Durch die regelmäßige Auslieferung funktionierender Teilleistungen, geregelte Kommunikations- und Reflektionstermine, einen engen Kontakt zum Kunden sowie häufige Feedback Schleifen können Änderungen im Projekt als Mehrwert verstanden und als Innovationsquelle genutzt werden.

Zurzeit wird am Lehrstuhl für Baubetrieb und Projektmanagement der RWTH Aachen University wissenschaftlich untersucht, in welchen Projekten und Projektphasen die Anwendung agiler Methoden im Bauprojektmanagement sinnvoll erscheint. Auch anhand von empirischen Studien wird erforscht, welche der agilen Methoden sich für eine Adaption in die Baubranche besonders eignen sowie ob und welche branchenspezifischen Anpassungen erforderlich sind.

²⁴ Vgl. Komus/Kuberg, Anwendung und Zufriedenheit mit agilen Methoden in der Praxis, 2017, S. 38.

Literaturverzeichnis**Kent et al. (2001)**

Kent, Beck et al.: Manifest für Agile Softwareentwicklung, <http://agilemanifesto.org/iso/de/manifesto.html> (10.04.2018), 2001

Kerguenne/Schaefer/Taherivand (2017)

Kerguenne, Annie; Schaefer, Hedi; Taherivand, Abraham: Design Thinking – Die agile Innovations-Strategie, Freiburg: Haufe, 2017

Komus/Kuberg (2017)

Komus, Ayelt; Kuberg, Moritz: Abschlussbericht Status Quo Agile 2016/2017, Koblenz: Hochschule Koblenz, 2017

Komus/Kuberg (2017)

Komus, Ayelt; Kuberg, Moritz: Anwendung und Zufriedenheit mit agilen Methoden in der Praxis. In: projektManagement aktuell, Ausgabe 5.2017, Koblenz: Hochschule Koblenz, 2017, S. 38-44

Onpulson Wirtschaftslexikon (2018)

Onpulson Wirtschaftslexikon: Agilität, <http://www.onpulson.de/lexikon/agilitaet/> (22.04.2018), Campus Verlag, 2018

Pichler (2008)

Pichler, Roman: Scrum – Agiles Projektmanagement erfolgreich einsetzen, Heidelberg: dpunkt, 2008

Preußig (2015)

Preußig, Jörg: Agiles Projektmanagement – Scrum, Use Cases, Task Boards & Co., Freiburg: Haufe, 2015

Verheyen (2017)

Verheyen, Gunther: Scrum Taschenbuch – Ein Wegweiser für den bewussten Entdecker, Amersfoort: Van Haren Publishing, 2017

VOB/B (2016)

Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen, Teil B: Allgemeine Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen, Fassung 2016

Wintersteiger (2012)

Wintersteiger, Andreas: Scrum Schnelleinstieg, Frankfurt am Main: entwickler.press, 2012

BIM als Planen, Bauen & Betreiben mit Navigationssystem

L. Lenz | R. Krüger | K. Weist

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141122-0>

M.Eng. Lisa Theresa Lenz¹

Lehrstuhl Baubetrieb und Bauprozessmanagement

Technische Universität Dortmund

lisa.lenz@tu-dortmund.de

Dipl.-Ing. Ralf Krüger²

Lehrstuhl Baubetrieb und Bauprozessmanagement

Technische Universität Dortmund

ralf.krueger@tu-dortmund.de

B.Sc. Kai Christian Weist

Lehrstuhl Baubetrieb und Bauprozessmanagement

Technische Universität Dortmund

kai.weist@tu-dortmund.de

Inhalt

1	Digitalisierung in der Bauwirtschaft	206
2	Building Information Modeling	207
2.1	Blackbox BIM.....	207
2.2	Definition BIM	207
2.3	Daten im BIM-Modell	208
3	Konzeptstudie	209
3.1	Navigationssysteme.....	209
3.1.1	Komponenten	210
3.1.2	Funktionsweise	210
3.1.3	Geographisches Ortungssystem	211
3.1.4	Funktionsweise der Routenberechnung / Kostenmodell.....	212
3.2	Vergleich Navigationssystem und BIM.....	213
3.3	Modulanalyse für BIM	214
4	Ausblick.....	214
5	Zusammenfassung	215

¹ Dieser Beitrag entstand im Rahmen des Graduiertenkollegs GRK 2193 „Anpassungsintelligenz von Fabriken im dynamischen und komplexen Umfeld“, gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG).

² Dieser Beitrag entstand im Rahmen des Forschungsprojekts „Evaluierung der Einsatzmöglichkeiten von BIM und Virtual Reality im Qualitätsmanagement“, gefördert durch die Jaeger Gruppe.

1 Digitalisierung in der Bauwirtschaft

Das Thema Digitalisierung ist in der Bauwirtschaft angekommen. Nach einer Studie von McKinsey aus dem Jahr 2017 stellt die Baubranche gemäß des Digitalisierungsindizes in Relation zur Produktivitätssteigerung im Vergleich zu anderen Branchen das Schlusslicht dar.

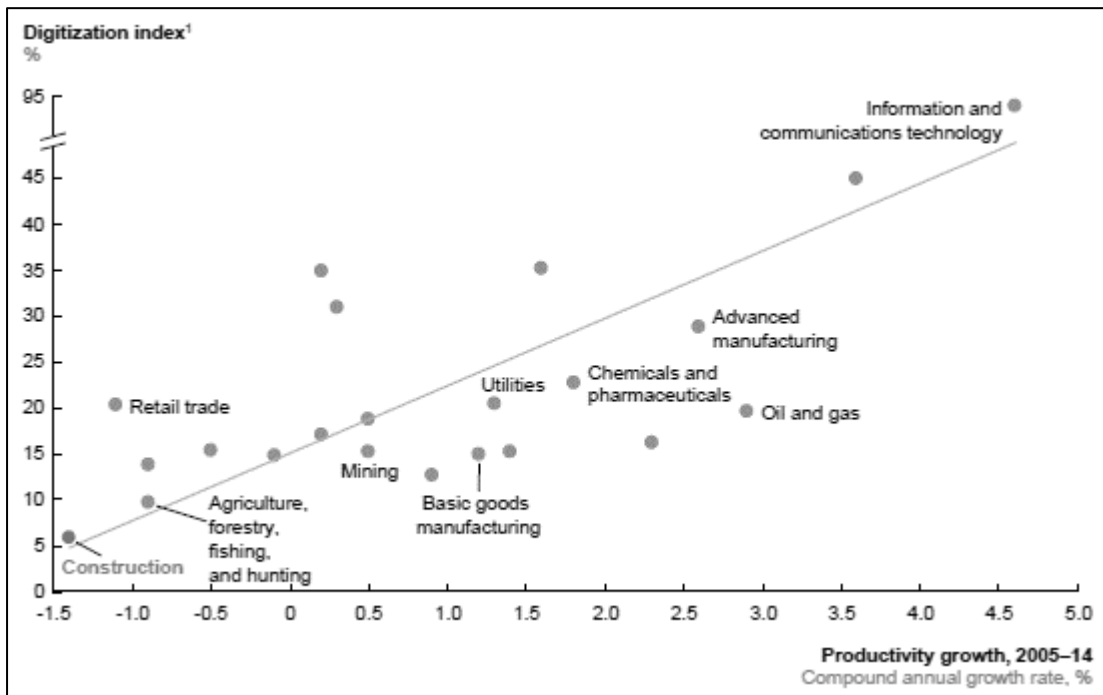


Abbildung 1: Digitalisierungsindex in Relation zur Produktivitätssteigerung unterschiedlicher Industriezweige³

Speziell die Umsetzung von Digitalisierungslösungen, wie beispielsweise die Einführung der Building Information Modeling Methode (Kurz: BIM-Methode), ist für Unternehmen der Baubranche eine große Herausforderung.

Laut der Studie „Bauwirtschaft im Zahlenbild“ vom Juni 2017 gab es etwa 75.000 Betriebe im deutschen Bauhauptgewerbe mit 817.400 Beschäftigten. Von diesen waren nur ca. 0,3 % der Betriebe den großen Unternehmen mit 200 oder mehr Beschäftigten zuzuordnen.⁴

Nach einer Untersuchung des Fraunhofer ISI reagieren aber gerade kleinere und mittlere Unternehmen (KMU) mit großer Zurückhaltung und Skepsis auf Innovationen und erkennen oft eigene Anwendungspotenziale nicht.⁵

Aufgrund der wesentlichen Prägung der Bauwirtschaft durch mittelständische Unternehmen (KMU), die sich aktuell in einem Spannungsfeld zwischen einem Konjunkturhoch und

³ Brabosa et. al. (2017)

⁴ Vgl.: Kraus (2018)

⁵ Vgl.: Zanker et. al (2014)

Herausforderungen wie dem Fachkräftemangel u.Ä. befinden, ist eine eher träge Einführung von Digitalisierungsmaßnahmen zu beobachten.

Gründe für die Trägheit im Rahmen der Einführung von neuen Technologien im Kontext der Digitalisierung sind u. a. in begrenzten Ressourcen und Kompetenzen von KMU zu identifizieren, die sich nur sehr begrenzt auf technologische Experimente mit ungewissem Ausgang einlassen können.⁶

Das Warten auf die Entwicklung und den Beleg der Wirtschaftlichkeit neuer Technologien birgt das Risiko, den Anschluss zu verpassen und den Wandel letztendlich nicht mitgestalten zu können. Diese Problematik lässt sich auf das Zitat von Omar Bradley, „Man sollte den Kurs eines Schiffs nach den Lichtern der Sterne und nicht nach den Lichtern vorbeifahrender Schiffe bestimmen“⁷ abstrahieren. So ist es aktuell für Unternehmen von elementarer Bedeutung, den Anschluss im Rahmen der Digitalisierung nicht zu verpassen.

Um KMU den Einstieg in das Digitalisierungszeitalter zu erleichtern, bedarf es einer Vielzahl an Richtlinien, Standards und Beratungshilfen hinsichtlich innovativer Möglichkeiten zur Optimierung und Produktivitätssteigerung, zugeschnitten auf den jeweils zu betrachtenden Geschäftsfall. Wird dies beispielsweise auf den Digitalisierungstreiber BIM übertragen, so gibt es keine standardisierte Lösung, basierend auf einem Softwaresystem. Vielmehr ist eine Strategie zur Einführung unter Betrachtung und Analyse der aktuellen Geschäftsprozesse zu erarbeiten.⁸

2 Building Information Modeling

2.1 Blackbox BIM

Das Akronym BIM stellt aktuell für viele Bauprojektbeteiligte eine Blackbox dar. So versteht ein Anteil der Fachleute darunter ein dreidimensionales Gebäudemodell, andere wiederum eine Möglichkeit der effizienteren, modellbasierten Mengenermittlung. Es kursieren diverse Abkürzungen, wie BAP (BIM-Abwicklungsplan) oder AIA (Auftraggeberinformationsanforderungen). Verbunden mit Fragestellungen, wie die Regelung rechtlicher Rahmenbedingungen, Datensicherheit oder die Vereinbarkeit eines BIM-Prozesses mit der HOAI, erhöhen diese zusätzlich die augenscheinliche Komplexität und daraus resultierende Unsicherheiten. Um die Einführung der BIM-Methode vollumfassend und effizient gestalten zu können, bedarf es zur Entwicklung einer identischen Kommunikationsbasis aller Beteiligten einer grundlegenden Definition dieser.

2.2 Definition BIM

Egger, Hausknecht, Liebich & Przybylo definieren im Rahmen eines BIM-Leitfadens das Akronym BIM wie folgt:

⁶ Vgl.: Hirsch-Kreinsen/ ten Hompel (2015), S. 17.

⁷ Omar Nelson Bradley (12.Februar 1893 – 08.April 1981) US-amerikanischer General of the Army.

⁸ Vgl.: Bergische Universität Wuppertal, S. 3.

„Building Information Modeling (BIM) ist eine Planungsmethode im Bauwesen, die die Erzeugung und die Verwaltung von digitalen, virtuellen Darstellungen der physikalischen und funktionalen Eigenschaften eines Bauwerks beinhalten. Die Bauwerksmodelle stellen dabei eine Informationsdatenbank rund um das Bauwerk dar, um eine verlässliche Quelle für Entscheidungen während des gesamten Lebenszyklus zu bieten; von der ersten Vorplanung bis zum Rückbau.“⁹

„Somit wird für Planung, Bau, Betrieb oder Rückbau einer Bauaufgabe unter Verwendung der BIM-Methode ein digitaler Zwilling des Bauwerks (i.S. eines BIM-Modells) erstellt, der nicht nur die statische Geometrie, sondern auch das dynamische Verhalten der Objekte (z.B. i.S. von Bauteileigenschaften) innerhalb des zu betrachtenden Systems imitiert.“¹⁰

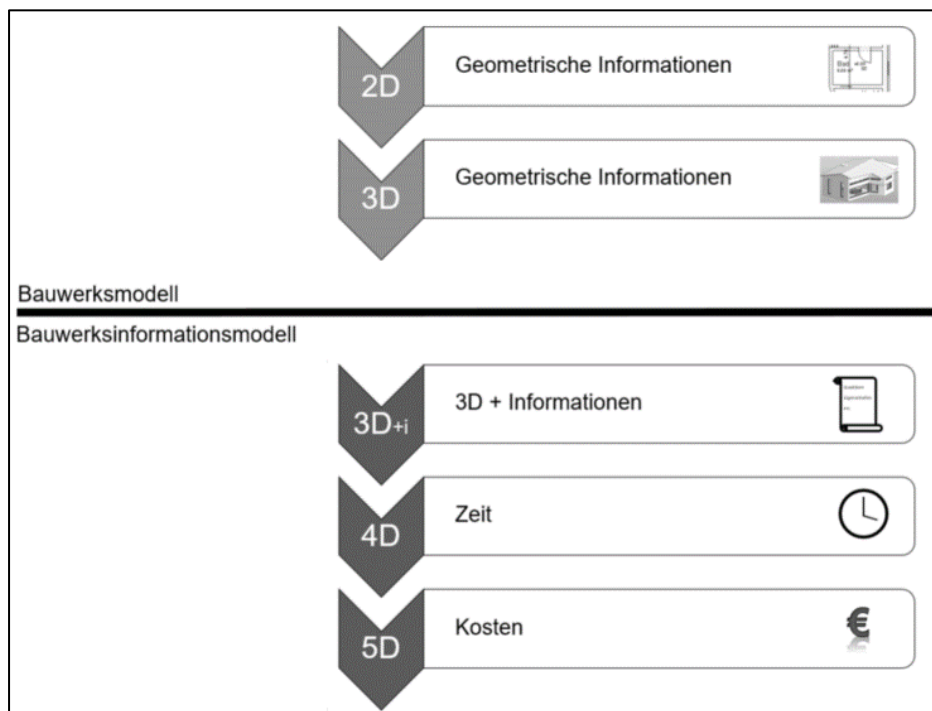


Abbildung 2: Grenze zwischen konventionellem Bauwerksmodell und Bauwerksinformationsmodell¹¹

Dies bedeutet, dass die Grenze von konventionellen Methoden zur Anwendung der BIM-Methode in der Stufe 3D+i (3D + Informationen), also von einem dreidimensionalen Bauwerksmodell hin zu einem Bauwerksinformationsmodell liegt. Zeit- und Kostenansätze werden in der sogenannten 4. und 5. Dimension mit dem Modell auf Basis des Bauteils verknüpft, wodurch eine gesamtheitliche Bewertung des Bauwerksinformationsmodells möglich wird.

2.3 Daten im BIM-Modell

Die Informationen, respektive Daten des BIM-Modells, werden bauteilorientiert verarbeitet. Das modellierte Bauteil wird mit den für den jeweiligen Anwendungsfall relevanten

⁹ Egger et. al. (2013), S. 18

¹⁰ Gralla/ Lenz (2018), S. 5.

¹¹ Vgl.: Gralla/ Lenz (2017), S. 210-211

Informationen versehen, welche je nach Zieldefinition differieren und über konventionelle bauliche Informationen hinausgehen können.

So kann das Bauwerksinformationsmodell einer Fabrik beispielsweise als Basis für Navigationszwecke von autonomen Fahrsystemen dienen und Informationen enthalten, ob ein Bauteil ein Hindernis für das zu navigierende Objekt o.Ä. darstellt. Neben Informationen über Belastungsklassen der einzelnen Bauteile können auch Eigenschaften in das Modell implementiert werden.¹²

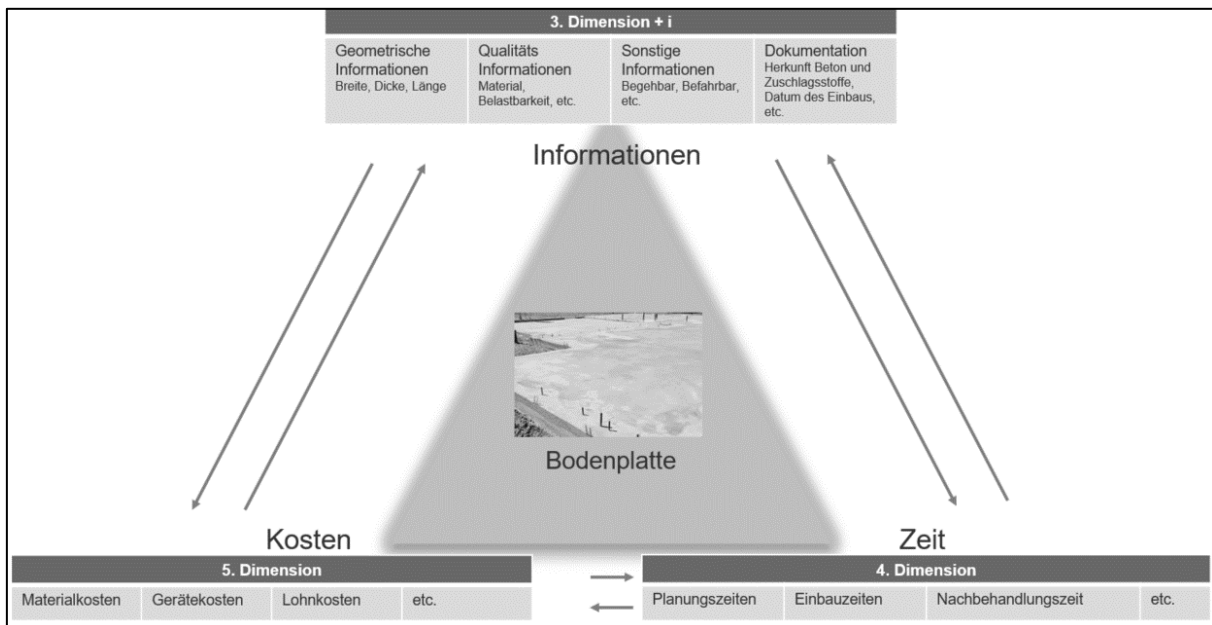


Abbildung 3: Bauwerksinformationsmodell am Beispiel einer Bodenplatte¹³

Vor der Implementierung von Informationen in ein BIM-Modell ist ähnlich wie bei dem Einsatz eines Navigationssystems, also der digitalisierten Version einer Routenplanung (alt: Landkarte), der Start (Positionierung) und das Ziel (Festlegung der Anwendungspotenziale) zu definieren. Das Navigationssystem funktioniert während der darauffolgenden Anwendung automatisiert und unabhängig von menschlichem Einwirken. Dies ist bei der BIM-Methode nicht der Fall. Aus diesem Grund werden nachfolgend das Prinzip des Navigationssystems mit dem der BIM-Methode abgeglichen und Parallelen gezogen sowie fehlende Systembestandteile bestimmt.

3 Konzeptstudie

3.1 Navigationssysteme

Navigationssysteme sind aus der heutigen Zeit nicht mehr wegzudenken. Die in der Navigationssoftware hinterlegten Daten bilden die Grundlage dafür, welche Informationen der An-

¹² Vgl.: Delbrügger et. al. (2017)

¹³ Vgl.: Gralla/ Lenz (2017), S. 210-211

wender erhält. In einem Auto sind dies beispielsweise Informationen über die Fahrtroute zum Ziel, zulässige Geschwindigkeiten oder auch Verkehrsstörungen.¹⁴

3.1.1 Komponenten

Ein Navigationssystem besteht grundsätzlich aus Hard- und Software und dem Zugriff auf ein geographisches Ortungssystem sowie gegebenenfalls weiteren Sensoren und externen Datenquellen. Die grundlegende Funktionalität eines solchen Systems lässt sich in die folgenden drei Bereiche unterteilen:

- die Positionsbestimmung, d. h. die Berechnung des derzeitigen Standorts mit Hilfe von mathematischen Methoden aufgrund von Sensorsignalen,
- die Routenberechnung, d. h. die Berechnung einer Route von der derzeitigen Position zu einem vorgegebenen Ziel nach teilweise individuell wählbaren Kriterien,
- die Zielführung, d. h. die Leitung des Fahrers mit akustischen und visuellen Hinweisen entlang der berechneten Route.

Um diese Funktionalität erfüllen zu können, sind folgende Module innerhalb des Systems notwendig: Datenbank, Positionierung, Map-Matching, Routenberechnung, Zielführung, Kommunikation über Funk und Benutzerschnittstelle. Innerhalb des Datenbankmoduls werden vor allem digitalisiertes Kartenmaterial und weitere für das System relevante Informationen verwaltet. Die Interaktion zwischen den Modulen ist wechselseitig.¹⁵

3.1.2 Funktionsweise

Das Positionierungsmodul erhält Signale von einem geographischen Ortungssystem wie z.B. GPS und ggf. weiteren Sensoren. Auf Basis dieser eingegangenen Signale wird die aktuelle geografische Position berechnet. Diese ermittelte Position wird durch das sogenannte Map-Matching bestimmten digitalen Kartenelementen zugeordnet.

Das Routenberechnungsmodul plant vor und während der Fahrt die Route von der ermittelten aktuellen Position zu einem ausgewählten Ziel. Dies geschieht anhand von hinterlegten Daten aus dem Datenbankmodul, ergänzt durch z.B. übertragene aktuelle Verkehrsinformationen. Aufgrund ausgewählter Parameter wie beispielsweise einer möglichst kurzen Fahrzeit, Gesamtdistanz oder einer Kombination aus mehreren Parametern erfolgt anschließend die Berechnung der jeweiligen individuellen Route. Diese Route wird an das Zielführungsmodul übergeben, welches sich wiederum dem Map-Matching- und dem Datenbankmodul bedient, um die der aktuellen Umgebung und Position entsprechenden Hinweise zu generieren.

Über die Benutzerschnittstelle findet die Interaktion zwischen Benutzer und Navigationssystem statt. Zum einen erfolgt über dieses Modul die manuelle oder akustische Zieleingabe, zum anderen die Ausgabe der visuellen und akustischen Hinweise aus dem Zielführungsmodul.

¹⁴ Vgl.: Winkler (2015)

¹⁵ Vgl.: Reif (2014), S. 371.

Das Modul der Kommunikation über Funk versorgt das Navigationssystem mit dynamischen Informationen, wie z.B. Staus, Straßensperrungen und Datenbankaktualisierungen. Dies ist notwendig da sich in Deutschland pro Jahr ca. 10 Prozent der Navigationsdaten ändern, die in digitalten Landkarten aktualisiert werden müssen.

Zur Verwendung einer digitalen Karte in einem Navigationssystem wird eine Rohversion dieser zunächst von einem Karten-Compiler in ein kompakteres Format umgewandelt. Dabei besteht eine digitale Straßenkarte mindestens aus den folgenden geometrischen Objekten: Knoten, Segmente, Kurvaturpunkte und Flächen.¹⁶

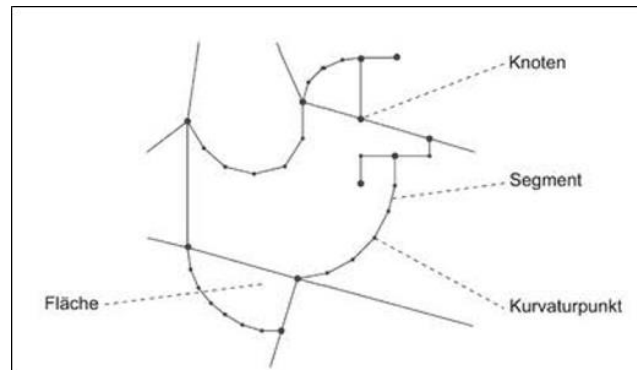


Abbildung 4: Geometrische Objekte einer digitalen Karte¹⁷

Ein Knoten repräsentiert Kreuzungen oder das Ende einer Straße. Das Segment ist ein Straßenstück zwischen zwei Knoten und dient der Modellierung topologischer Information. Kurvaturpunkte modellieren den genauen Verlauf eines Segments. Aus diesen Bausteinen setzt der Karten-Compiler eine erste digitale Straßenkarte zusammen.¹⁸

Um die aktuelle Position auf dieser digitalen Karte zu ermitteln, bedarf es der Signale eines geographischen Ortungssystems.

3.1.3 Geographisches Ortungssystem

Das bekannteste System wurde 1978 unter der Bezeichnung GPS mit dem Start des ersten Satelliten auf amerikanischer Seite initiiert und ist seit dem Jahr 1995 voll einsatzfähig. Die Abkürzung GPS steht ausgeschrieben für Global Positioning System. Das russische System Glonass folgte wenige Jahre später. Neben diesen beiden funktionsfähigen Systemen wird aktuell ein chinesisches System (BeiDou) und ein europäisches System (Galileo) entwickelt. Die Systeme basieren auf Satelliten (GPS - 24 Satelliten) sowie einigen Reservesatelliten, die in sechs Orbitalen 20.200 Kilometer über der Erdoberfläche kreisen und ein ständiges Signal zur Erde funken.¹⁹

Die grundlegende Idee der Positionsbestimmung mittels geografischer Ortungssysteme liegt in der Umrechnung von Signallaufzeiten in Entfernungen. Nach der Auswertung des Signals eines ersten Satelliten lässt sich die Position des GPS-Empfängers bzw. des Navigationsge-

¹⁶ Vgl.: Reif (2014), S. 369 – 373.

¹⁷ Reif (2014), S. 373.

¹⁸ Vgl.: Reif (2014), S. 374.

¹⁹ Vgl.: Kluge (2010)

rätes auf eine Kugel um den Satelliten einschränken, wobei der Mittelpunkt der Kugel durch die Satellitenposition gegeben ist und der Kugelradius der Entfernung entspricht. Wird das Signal eines zweiten Satelliten mit einbezogen, lässt sich die mögliche Position auf einen Kreis reduzieren, der aus der Schnittmenge zweier Kugeln entsteht. Das Signal des dritten Satelliten schneidet als weitere Kugel den Kreis in zwei Punkten. Nur einer der verbleibenden zwei Punkte kann auf der Erdoberfläche liegen. Der andere kann durch die Software im Empfänger eliminiert werden.

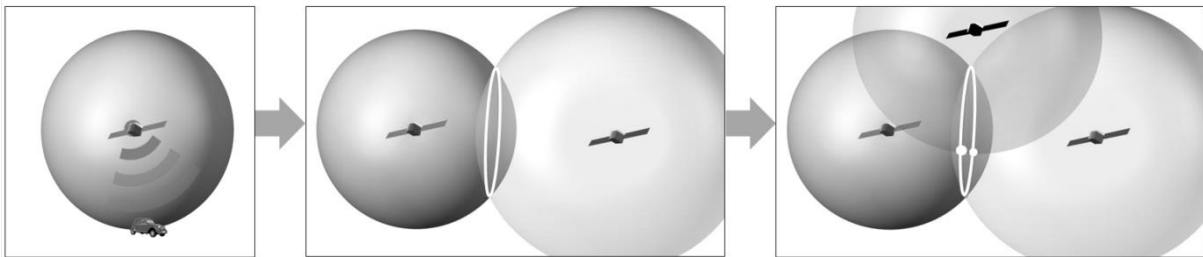


Abbildung 5: Auswertung des Signals von einem ersten bis hin zu drei Satelliten zur Positionsbestimmung²⁰

Aus den gemessenen Radien R_i um die Satelliten $i = 1, 2, 3$ und den bekannten Satellitenpositionen (x_i, y_i, z_i) kann die Position (x, y, z) des GPS-Empfängers abgeleitet werden.²¹

Ist auf diese Weise die Position mithilfe des Map-Matchings in der digitalen Karte ermittelt, kann das Navigationssystem die Route für ein festgelegtes Ziel berechnen. Dieser Prozess wird von der Navigationssoftware mittels algorithmischen Techniken durchgeführt. In den letzten Jahrzehnten wurden Algorithmen²² entwickelt, die es ermöglichen, einen optimalen Pfad in einem Straßennetzgraphen, basierend auf einem vorgegebenen Kostenmodell, zu ermitteln.²³ Als Optimierungskriterien für die Routenberechnung können verschiedene Parameter eingesetzt werden, wie z.B. Distanz oder Reisezeit.²⁴

3.1.4 Funktionsweise der Routenberechnung / Kostenmodell

Um in diesem Zusammenhang eine abstrakte Sicht auf mögliche Optimierungskriterien und deren Kombinationen zu ermöglichen, spricht man von einem Kostenmodell. Somit lässt sich das Ziel der Routenberechnung im Allgemeinen als Kostenminimierung identifizieren, wobei die Software immer die kostengünstigste Route ermittelt. Ist beispielsweise die Distanz als Optimierungsparameter der Routenplanung definiert, werden die im Datenbankmodul abgespeicherten Längen von einzelnen Straßensegmenten genutzt, um die Gesamtlänge der Route zu bestimmen.

²⁰ Vgl.: Bubeck (2017)

²¹ Hinweis: Die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum beträgt ca. 300.000 km/s, was dazu führt, dass eine Messungenauigkeit von einer millionstel Sekunde zu einer Abweichung von ca. 300 m führen kann. Aus diesem Grund muss der Empfänger entweder mit einer sehr präzisen Uhr ausgestattet sein oder es müssen alternativ mehr als drei Satelliten als Signalgeber zur Verfügung stehen.

²² Hinweis: Die zwei zur Routenberechnung am häufigsten benutzten Algorithmen sind unter den Namen Dijkstra und A* bekannt.

²³ Vgl.: Reif (2014), S. 375 - 377

²⁴ Vgl.: Kluge (2010)

Ist aber die Reisezeit als Optimierungskriterium ausgewählt, so erfolgt die Kostenminimierung auf Basis von Längen und maximal möglichen Geschwindigkeiten, die zu einem Segment gehören und in einem Datenbankmodul gespeichert sind. Eine durchgeführte Klassifizierung der Straßen ermöglicht eine Zuweisung von fiktiven Kosten für jedes Segment.

3.2 Vergleich Navigationssystem und BIM

Die Unterstützung der Zielführung mit Navigationssystem hat sich im Laufe der Zeit zu einer verlässlichen, effizienten und funktionierenden Methode entwickelt. Ähnliche Optimierungspotenziale konnten bei der Digitalisierung der Baubranche und damit einhergehend der BIM-Methode gegenwärtig noch nicht vollumfänglich festgestellt werden. Um die Funktionalität des Navigationssystems sicherstellen zu können, wurden Module innerhalb des Systems (siehe auch Kapitel 3.1.1) entwickelt, die wechselseitig interagieren können. Diese werden in nachstehender Tabelle mit der BIM-Methode verglichen, um mögliche Parallelen und Defizite zu identifizieren.

Tabelle 1: Modulvergleich Navigationssystem - BIM²⁵

Module	Navigationssystem	BIM
Datenbank	Standardisierte, aktuelle, digitale Karten	Standardisierte, aktuelle, digitale Bauteile ?
Positionierung	Bestimmung der aktuellen Position	Positionsbestimmung im Bau-/ BIM-Prozess ?
Map-Matching	Automatisierte Zuordnung der realen Position in digitaler Karte – Aktueller Status	Automatisierte Ermittlung des aktuellen Status (Leistungsmeldung, Stand Terminplan) ?
Routenberechnung	Automatisierte Prüfung und Aktualisierung der Route Parameter z.B. kurze Fahrtzeit, Gesamtdistanz, etc.	Automatisierte Prüfung und Aktualisierung des Bauprozesses ?
		Qualität
		Zeit
		Kosten
Zielführung	Automatisierte Generierung von Handlungsempfehlungen, Hinweis- und Warnfunktionen	Automatisierte Generierung von Handlungsempfehlungen, Hinweis- und Warnfunktionen ?
Benutzerschnittstelle	Interaktion zwischen Navigationsgerät und Benutzer	Modell als Kommunikationsplattform
Kommunikation über Funk	Automatisierte Datenbankaktualisierung	Automatisierte Aktualisierung von Standardbauteilen ?
	Automatisierte Datenverarbeitung (Verkehrssituation und Staus)	Automatisierte Datenverarbeitung für z.B. Leistungsmeldungen, Behinderungsanzeigen ?

²⁵ Eigene Darstellung.

3.3 Modulanalyse für BIM

Eine Parallele der Datenbanken in einem Navigationssystem zu Daten im BIM-Prozess kann im Vergleich von Karten (geometrische Daten) und deren Verknüpfung mit Informationen wie Straßennamen etc. zu einem Bauwerksinformationsmodell (siehe Kapitel 2.3) gezogen werden. Aktuell sind verschiedenste Softwarelösungen, die die BIM-Methode in Teilbereichen abbilden können, auf dem Markt. Diese enthalten in vielen Fällen Datenbanken in Form von Bauteilbibliotheken o. Ä., die dem Nutzer zur Verfügung stehen. Um eine durchgängige Konsistenz der Daten zu erreichen, ist es jedoch zudem von elementarer Bedeutung, diese zu aktualisieren und zu standardisieren.

Die Positionierung mit einem Navigationssystem erfolgt auf Basis eines Ortungssystems, aus dem automatisiert aktuelle Daten generiert werden. Ein vergleichbares Ortungssystem zur Positionsbestimmung im BIM-Prozess ist derzeit nicht vorhanden.

Durch das Map-Matching wird der Status in Echtzeit aus den dafür relevanten digitalen Karten und dazugehörigen aktuellen Positionsdaten abgeleitet. Die Bestimmung des aktuellen Status im Rahmen eines Bauprozesses stellt sich derzeit schwierig dar. Dies ist auf die fehlende Aktualität der Daten und die automatisierte Auswertung zurückzuführen.

Die Routenberechnung erfolgt über Algorithmen auf Basis von Attributen, wie Streckenlänge und durchschnittlichen Geschwindigkeiten im Navigationssystem, durch Addition verschiedener Segmente. Dies ließe sich gleichermaßen mit der BIM-Methode bauteilorientiert aufgrund von hinterlegten Aufwandswerten und Kostenkennwerten realisieren. Jedoch fehlt ein geeigneter Algorithmus, welcher unter Einbeziehung der Abhängigkeiten die optimale Lösung in Form einer Projektroute ermittelt.

Ein Modul zur automatisierten Zielführung, wie es im Navigationssystem vorhanden ist, existiert für den BIM-Prozess aktuell nicht. Gleiches gilt in Bezug auf das Modul Kommunikation über Funk.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass bei der BIM-Methode im Vergleich zum Navigationssystem einige Module derzeit noch nicht ausreichend entwickelt sind und entsprechender Bedarf besteht.

4 Ausblick

Die Positionierung im Rahmen des Einsatzes eines Navigationssystems erfolgt über ein Ortungssystem. Für die heutige Nutzung der vielschichtigen Vorteile eines Navigationssystems mussten in der Vergangenheit enorme Entwicklungen stattfinden und einhergehend damit eine Vielzahl an Satelliten in den Orbit geschossen werden. Vergleicht man erste Ansätze zur Navigation anhand von Sternbildern mit der heutigen Arbeitsweise in der Bauprojektentwicklung, so lässt sich die Hypothese aufstellen, dass zur Anwendung der BIM-Methode notwendige Entwicklungen ebenfalls von enormer Komplexität sind. Die enormen Potenziale, die die Entwicklung moderner Navigationssysteme hervorgebracht haben, können auch der BIM-Methode angetragen werden und sind somit für die Bauwirtschaft von immenser Bedeutung.

5 Zusammenfassung

Der Beitrag thematisiert die Herausforderungen der Einführung neuer digitaler Technologien für Unternehmen der Baubranche am Beispiel der Building Information Modeling Methode. Es werden die Komponenten und Funktionsweise eines modernen Navigationssystems als Pendant zu BIM beschrieben. In diesem Zuge wird erläutert, dass ein System der Navigation auf Modulen aufbaut und sich diesbezüglich Parallelen zur Building Information Modeling Methode ziehen lassen. Die Analyse der beiden Technologien (Navigationssystem und BIM) identifiziert auf Basis der Module mögliche, aktuell in der Implementierung der BIM-Methode vorhandene Defizite. Im Ausblick wird die Komplexität der Entwicklung und der Potenziale der Technologie Navigationssystem mit der BIM-Methode gespiegelt.

Literaturverzeichnis

Bergische Universität Wuppertal

Bergische Universität Wuppertal (Hrsg.): Digitalisierungsstrategien für KMU: Entwicklung eines Handlungsleitfadens zur strukturierten Digitalisierung von kleinen und mittleren Unternehmen der Bau- und Immobilienwirtschaft. Verfügbar unter: <https://www.lbb-bayern.de/fileadmin/quicklinks/Quick-Link-Nr-82100000-Projektskizze-Digitalisierungsstrategien-f%C3%BCr-KMU-Wuppertal.pdf> aufgerufen am 13. März 2018, 13:43 Uhr, S. 3.

Brabosa et. al. (2017)

Brabosa, Filipe; et. al.: Reinventing construction: a route to higher productivity. McKinsey & Company, Februar 2017

Bubeck (2017)

Bubeck, Stefan: Wie funktioniert GPS? Die Technik im Navi einfach erklärt. Verfügbar unter: <https://www.giga.de/extra/gps/tipps/wie-funktioniert-gps-die-technik-im-navi-einfach-erklart/>, aufgerufen am 11.04.2018, 12:14 Uhr

Delbrügger et. al. (2017)

Delbrügger Tim; et. al.: A Navigation Framework for Digital Twins of Factories based on Building Information Modeling. In: ETFA 2017

Egger et. al. (2013)

Egger, Martin; et. al.: BIM-Leitfaden für Deutschland. In: ZukunftBAU Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Raumentwicklung, Berlin, 2013, S. 18

Gralla/ Lenz (2017)

Gralla, Mike; Lenz, Lisa: Digitalisierung im Baubetrieb – Building Information Management und virtuelle Zwillinge. In: Fenner, Jörg (Hrsg.): Festschrift zum 60. Geburtstag von Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christoph Motzko, Darmstadt: Institut für Bauwirtschaft und Baubetrieb der Technischen Universität Darmstadt, 2017, S. 210-211

Gralla/ Lenz (2018)

Gralla, Mike; Lenz, Lisa: Datenkomposition im Spezialtiefbau mit BIM. In: Schriftenreihe des Lehrstuhls für Grundbau, Boden- und Felsmechanik, Herausgeber: Tom Schanz, Heft 66, Beiträge zum RuhrGeo Tag Bochum, 22.03.2018, S. 5

Hirsch-Kreinsen/ ten Hompel (2015)

Hirsch-Kreinsen, Hartmut; ten Hompel, Michael: Handbuch Industrie 4.0, Digitalisierung industrieller Arbeit. In: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015, S. 17

Kluge (2010)

Kluge, Sebastian: Moderne Navigationssysteme. Vorlesungsfolien Navigationssysteme. Friedrichshafen: 2010, Verfügbar unter: <https://www-m6.ma.tum.de/Lehrstuhl/SebastianKluge>, aufgerufen am 11.04.2018, 11:55 Uhr

Kraus (2018)

Kraus, Petra: Hauptverband der deutschen Bauindustrie: Bauwirtschaft im Zahlenbild. Verfügbar unter: https://www.bauindustrie.de/zahlen-fakten/bauwirtschaft-im-zahlenbild/betriebsstruktur-im-bauhauptgewerbe_bwz/, aufgerufen am 13.04.2018, 20:54 Uhr

Reif (2014)

Reif, Konrad: Automobilelektronik: Eine Einführung für Ingenieure. In: 5.Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2014, ISBN: 978-3-658-05047-4, S. 369 - 373

Winkler (2015)

Winkler, Olaf: Das können Navi-Geräte für Wanderer, Camper und Biker. In: Augsburger Allgemeine, 2015, Verfügbar unter: <https://www.augsburger-allgemeine.de/digital/Das-koennen-Navi-Geraete-fuer-Wanderer-Camper-und-Biker-id34972162.html>, aufgerufen am 11.04.2018, 11:32 Uhr

Zanker et. al (2014)

Zanker, Christoph; et. al.: Industrieller Mittelstand: Spitzenstellung in Gefahr? Verfügbar unter: <http://publica.fraunhofer.de/dokumente/N-287086.html>, aufgerufen am 13.04.2018, 21:37 Uhr

Missstände und Optimierungspotentiale im Zusammenhang mit dem Erlös von Gemeinkostenbestandteilen bei Mengenänderungen gemäß § 2 Abs. 3 VOB/B

M. Lücke

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141151-0>

*Dipl.-Ing. Martin Lücke
Lehrstuhl Baubetrieb und Bauprozessmanagement
Technische Universität Dortmund
martin.luecke@tu-dortmund.de*

Inhalt

1	Einleitung	220
2	Gegenstand der Regelungsgrundlage gem. § 2 Abs. 3 VOB/B	220
3	Ermittlung der Anpassungshöhe gem. § 2 Abs. 3 VOB/B	221
3.1	Kostenmindernde und kostensteigernde Eigenschaften.....	221
3.2	Kostensenkungen bei auftretenden Mindermengen	224
3.3	Grenzwerte der Vergütungsanpassung.....	224
3.4	Opportunitätspotential bestehender Gemeinkostenerlösansätze	225
4	Zusammenfassung der Lösungsansätze	228

1 Einleitung

Das Nachtragsmanagement hat in der Bauwirtschaft einen großen Stellenwert. Es wird unter großem Zeitaufwand neben dem Kerngeschäft der Baustelle betrieben und bindet viele Kapazitäten.¹ Abgesehen von der Kritik über den Erlös von Gemeinkostenbestandteilen für hauptvertragliche Leistungen, wird innerhalb des Schrifttums auch der Gemeinkostenerlös bei Leistungsmodifikationen und Behinderungen thematisiert. Der Beitrag zeigt auf, welche Missstände und Optimierungspotentiale im Zusammenhang mit dem Erlös von Gemeinkostenbestandteilen bei Mengenänderungen auf Grundlage des § 2 Abs. 3 VOB/B bestehen.²

2 Gegenstand der Regelungsgrundlage gem. § 2 Abs. 3 VOB/B

Gemäß § 2 Abs. 3 VOB/B kann eine Anpassung der vertraglich vereinbarten Einheitspreise erfolgen³, wenn ohne Anordnung des Auftraggebers während der Bauausführung Mengenmehrungen oder Mengenminderungen eintreten. Voraussetzung ist, dass die Mengen vom ursprünglich ausgeschriebenen Bausoll über einen entsprechenden Grenzwert abweichen und eine Anpassung von einer Vertragspartei verlangt wird.⁴ Inwieweit die im § 2 Abs. 3 VOB/B enthaltene Regelungsgrundlage eindeutig in Bezug auf die Anpassung der Vergütungshöhe sowie der Vergütungsbestandteile ist, wird nachfolgend erläutert.

Unklar bei der Preisfindung gemäß § 2 Abs. 3 VOB/B ist nach den Ausführungen Kniffkas, was die jeweilige Vertragspartei verlangen kann und welchen Preis die Parteien vereinbaren müssen. Einerseits wäre die Vereinbarung eines nicht verhandelbaren, im Vorhinein feststehenden Preises denkbar, dessen Festlegung bzw. Vereinbarung von einer Partei gefordert werden kann. Andererseits besteht die Möglichkeit durch Auslegung der Regelungspassage zu der Schlussfolgerung zu gelangen, dass es sich um einen noch offenen Preis handelt, der unter der Berücksichtigung von Mehr- und Minderkosten unter der Prämisse einer Einigung zwischen den Parteien verhandelt werden könne.⁵ Letztgenannte Möglichkeit entspräche der Preisbestimmung nach billigem Ermessen gemäß § 313 BGB.

Eine eindeutige Grundlage zur Anpassung des Einheitspreises bei auftretenden Mengenänderungen ist in der Regelungspassage der VOB/B nicht gegeben bzw. ablesbar. Wie der Inhalt des § 2 Abs. 3 S. 2 VOB/B zu interpretieren ist und um welche Art der Preisvereinbarung es sich handelt, wird durch die Rechtsprechung entschieden. Herrschende Meinung ist, dass die zu berücksichtigenden Mehr- und Minderkosten anhand

¹ Vgl. Brenner (2009), S. 51 und Brenner (2008), S. 45

² Der vorliegende Artikel ist ein Auszug einer aktuell laufenden Forschungsarbeit an der Technischen Universität Dortmund. Die dargestellten Erkenntnisse des Beitrages bilden innerhalb der Forschungsarbeit u. a. die Basis für einen ganzheitlich vernetzten Lösungsansatz für die Kalkulation von Bauleistungen. Dissertation Dipl.-Ing. Martin Lücke: „Analyse und Optimierung von Kalkulationsverfahren und -rahmenbedingungen des Bauhauptgewerbes auf dem deutschen Bau- markt“, TU Dortmund, voraussichtliches Erscheinungsjahr 2018

³ Diese Regelung gilt ausschließlich für einen Einheitspreisvertrag. Vgl. Kapellmann/Schiffers (2011), S. 192, Rdnr. 502 und Ingenstau/Korbion (2015), S. 1013, Rdnr. 6

⁴ Vgl. VOB 2016, § 2 Abs. 3 VOB/B

⁵ Vgl. hierzu die Ausführungen Kniffkas in Kniffka (2012), S. 414

der kalkulierten Kosten und nicht anhand der tatsächlichen Kosten des Auftragnehmers zu messen sind. Der Preis für die von der Mehr- oder Mindermenge betroffene LV-Position ist auf Basis der kalkulierten Kosten anzupassen.⁶

Die Formulierungen der VOB/B zur Anpassung eines Einheitspreises bei auftretenden Mengenänderungen müssen dahingehend spezifiziert werden, dass anhand des Wortlautes sowohl die Art als auch die Bestandteile und Vorgehensweisen zur Ermittlung eines neu zu vereinbarenden Preises unmissverständlich definiert sind.

Bei auftretenden Mehrmengen sind gemäß dem Wortlaut der VOB entgegen der Regelungspassage der Mindermengen keine Angaben zu finden, dass im Speziellen Baustellengemeinkosten (kurz BGK) und Allgemeine Geschäftskosten (kurz AGK) angepasst werden müssen. Bei Mehrmengen ist ein neuer Einheitspreis unter Berücksichtigung von „Mehr- oder Minderkosten“ zu vereinbaren, so dass die Intention dieses Regelungsinhaltes offen bleibt. Der fehlende Wortlaut für die Anpassung von BGK und AGK führt dazu, dass diese Passagen seitens der Judikatur interpretiert und ausgelegt werden müssen. Vor dem Hintergrund eines konfliktärmeren Umgangs der Vertragsparteien bei auftretenden Mengenänderungen gem. § 2 Abs. 3 VOB/B besteht Handlungsbedarf, die betreffende Regelungspassage der VOB/B eindeutig zu formulieren.

3 Ermittlung der Anpassungshöhe gem. § 2 Abs. 3 VOB/B

Neben der anspruchsbegründenden Ausgestaltung der Regelungsgrundlage zur Anpassung eines Einheitspreises steht die Verfahrensweise zur Ermittlung der Anspruchshöhe bei auftretenden Mengenänderungen zunehmend im Fokus der baubetrieblichen Fachliteratur. Wesentliche Kritikpunkte und Optimierungspotentiale, die im Zusammenhang mit der Ermittlung der Anspruchshöhe stehen, werden im Verlauf des Beitrags aufgeführt und im Hinblick auf Optimierungspotentiale untersucht.

3.1 Kostenmindernde und kostensteigernde Eigenschaften

Ausgangspunkt ist die herrschende Meinung der Judikatur sowie des Schrifttums bei Mengenerhöhungen gemäß § 2 Abs. 3 VOB/B, dass BGK als einsparbare Minder- sowie AGK als zusätzliche Mehrkostenbestandteile eines neu zu vereinbarenden Einheitspreises gelten.⁷ Eine Übernahme und lineare Fortschreibung eines vollständigen Prozentsatzes für BGK wird mit dem Hinweis abgelehnt, dass Mehraufwendungen der BGK nur in der Höhe verlangt werden können, die als eine kausale Folge von Mengen- oder Leistungsänderungen tatsächlich anfallen oder sich ändern. Umsatzbezogen in der Vertragskalkulation berücksichtigte BGK wird ohne weiteren Nachweis unterstellt, dass eine Erwirtschaftung dieser in voller Höhe über die Mengen des Hauptauftrages erfolgt.⁸

⁶ Vgl. hierzu die BGH- und OLG-Rechtsprechung (BGH, Beschl. v. 12.03.2015, VII ZR 21/15; OLG Köln, Urt. v. 30.12.2014, 17 U 83/13, IBR 2015, 349)

⁷ Vgl. Althaus/Heindl (2013), S. 2 und Achilles (2007), S. 1.

⁸ Vgl. Kapellmann/Schiffers (2011), Rdnr. 600 und Drees/Paul (2011), S. 256. Ebenso das VHB-Bund 2017, Formblatt Nr. 510, Kapitel 4.6, S. 11 (vgl. abweichend hierzu das Kapitel 4.7, S. 18)

AGK sind bei beliebigen Mengenüberschreitungen auf Grundlage der Angaben der Vertragskalkulation Bestandteil des neu zu vereinbarenden Einheitspreises. Voraussetzung ist, dass der Zuschlagsatz für AGK nicht als „unveränderlicher Festbetrag“ deklariert wurde.⁹ Begründung dieses Prinzips der Gemeinkostenseparation ist, dass jegliche Leistungserbringung indirekt an den übergeordneten Gemeinkostenapparat des Unternehmers gekoppelt ist und demzufolge einen Anteil zur Deckung dieses Gemeinkostenapparates beitragen muss. Ein anderes Argument ist, dass die infolge der Mehrmengen notwendigen Produktionsfaktoren bei Nichtausführung der erforderlichen Mehrmengen bei anderen Bauvorhaben Deckungsbeträge generieren könnten und damit ein Anspruch gerechtfertigt ist.¹⁰

Eine Differenzierung von Mehr- oder Minderkosten lediglich auf Basis des Kostenursprungs (BGK oder AGK) ist nicht korrekt. Begründung ist, dass eine eindeutige Zuordnung von Kostenbestandteilen zu einer dieser beiden Kostengruppen nicht immer möglich ist. Im Bereich kleiner und mittelständischer Bauunternehmen wird z. T. ein einheitlicher, kumulierter Zuschlagsatz im Rahmen der Kalkulation der Bauleistung genutzt. Das Prinzip der Gemeinkostenseparation ist nicht tragbar, da Bieter selbst eine Zuordnung von Gemeinkostenbestandteilen zu einzelnen Gemeinkostenarten vornehmen. Werden diese in der Vertragskalkulation ausschließlich über einen Zuschlag für AGK erwirtschaftet, hat dies einen Einfluss auf die Höhe eines neu zu vereinbarenden Einheitspreises bei Mehrmengen.

Die Auffassung von Kapellmann/Schiffers sowie Bartels/Spreer-Hofmeister, dass jegliche Leistungserbringung indirekt an den übergeordneten Gemeinkostenapparat des Unternehmers gekoppelt ist und demzufolge ein Anteil zur Deckung der AGK erwirtschaftet werden muss, gilt in gleichem Umfang für einen Ansatz von BGK. Auch hier werden Produktionskapazitäten (Personal oder Geräte sowie Elemente der Baustelleneinrichtung) für die Erbringung einer positionsbezogenen Mehrmenge in Anspruch genommen. Dieser Argumentation kann darüber hinaus entgegnet werden, dass ein zusätzlicher Erlös von AGK – wenn überhaupt – ausschließlich für Mengenmehrungen eines entsprechenden Ausmaßes mit einem gesteigerten Verbrauch von Produktionsfaktoren gilt. Eine den Grenzwert überschreitende Mengenmehrung im Bereich von zeitabhängig ausgedruckten Baustellensicherungselementen (Bauzaun) führt bspw. nicht zu einer Mehrbindung an Produktionsfaktoren, da Auf- und Abbauleistungen gleichbleibend sind. Inwieweit eine Mengenmehrung ein relevantes Kostenausmaß hat, ist individuell zu beurteilen. Ergänzend kann provokativ hinzugefügt werden, dass AGK-generierende Produktionskapazitäten bei weiteren (anderen) Baumaßnahmen eingeplant worden wären, wenn dies die Geschäftsstruktur und Auftragslage zugelassen hätte. Wenn die Ausführung einer weiteren Baumaßnahme zu dieser Zeit nicht realisierbar gewesen wäre und weitere Anteile für AGK hätten erwirtschaftet werden müssen, hätte der Bieter alternativ die AGK-Umlage erhöhen können. Die Methodik, einen umsatzbedingten Zuschlagsatz für AGK im Gegensatz zu einem umsatzbedingten Zuschlagsatz für BGK ganzheitlich und unreflektiert im Rahmen der Vereinbarung eines neuen Einheitsprei-

⁹ Vgl. OLG-Rechtsprechung (OLG Nürnberg, Urt. v. 18.12.2002, 4 U 2049/02, IBR 2003, 55; OLG Düsseldorf, Urt. v. 28.04.1987, 23 U 151/86, BauR 4/88, S. 490 und OLG Schleswig, Urt. v. 11.05.1995, 7 U 214/91, BauR 1/96, S. 127 f.) Ebenso Althaus/Heindl (2013), S. 2, Achilles (2007), S. 1 und Putzier (1996), S. 128

¹⁰ Vgl. Kapellmann/Schiffers (2011), RdNr. 559 und Bartels/Spreer-Hofmeister (2010), S.45 ff.

ses bei auftretenden Mehrmengen zu übernehmen, ist mit der Begründung der Bindung von Produktionskapazitäten nicht nachvollziehbar.

Es ist ersichtlich, dass sowohl aus dem Bereich der BGK als auch aus dem Bereich der AGK Kostenbestandteile existieren, aus denen bei auftretenden Mengenänderungen keine Kostenveränderungen resultieren. Exemplarisch können AGK aufgeführt werden, die aufgrund ihrer Bezugsgröße ausschließlich einmalig oder zeitbezogen und damit unabhängig von auftretenden Mengenmehrungen anfallen (z. B. Software- und Lizenzgebühren, Personalkosten der Geschäftsleitung). Ebenso können Kostenbestandteile der BGK oder AGK bei auftretenden Mengenminderungen genannt werden, die einen kostenmindernden Einfluss auf einen neu zu vereinbarenden Einheitspreis haben. Eine undifferenzierte Aussage, BGK bei auftretenden Mehrmengen grundsätzlich als „Minderkosten“ sowie AGK als „Mehrkosten“ zu bezeichnen, ist aus baubetrieblichen Gesichtspunkten als falsch anzusehen.

Die gemäß der herrschenden Meinung praktizierte Methodik zur kalkulativen Berücksichtigung von BGK und AGK ist konträr zu dem Ursprungsgedanken der VOB, ein ausgewogenes und faires Verhältnis zwischen Leistung und Gegenleistung der Vertragsparteien sicherzustellen. Die Ablehnung zur Fortschreibung von BGK bei Mengenänderungen ist nicht sinnvoll, da auf einen Kostenursprung und nicht auf die tatsächliche Kosteneinflussgröße von Gemeinkostenbestandteilen abgestellt wird. Ergänzend kann auf die Erstattung von BGK für den Fall einer auftraggeberseitig angeordneten Mehrmenge bzw. einer auftraggeberseitigen (Teil) Kündigung gem. § 2 Abs. 4 VOB/B hingewiesen werden. Tenor der juristischen und baubetrieblichen Fachliteratur ist in diesem Fall, dass dem Auftragnehmer nicht nur die kalkulatorischen Ansätze für AGK, sondern auch die Ansätze für BGK zustehen. Es entspricht dem der VOB zugrunde liegenden Grundgedanken eines fairen Interessenausgleichs von auftragnehmerseitiger Leistung und auftraggeberseitiger Gegenleistung, wenn ebenfalls eine Anpassung der innerhalb der Vertragskalkulation hinterlegten Kostenbestandteile für AGK erfolgt. Mit einer detaillierten Aufschlüsselung respektive Darstellung der Gemeinkostenbestandteile ist es möglich, anpassungsbedürftige Kostenbestandteile zu identifizieren und im Rahmen der Vereinbarung eines neuen Einheitspreises kalkulatativ zu berücksichtigen.

Um Streitigkeiten zu sich verändernden Gemeinkostenbestandteilen durch Mengenänderungen zu vermeiden, sind Anforderungen an die Ausschreibung und Kalkulation von Bauleistungen zu stellen. Dies bedeutet, dass zwingend zwischen sämtlichen Kosteneinflussgrößen (z. B. mengenabhängig, umsatzabhängig, zeitabhängig, einmalig etc.) und -einheiten bei Gemeinkostenbestandteilen unterschieden werden muss.¹¹ Die Regelungspassagen der VOB/B sind dahingehend zu ändern, dass bei Kosten- und Preisanpassungen auf die fixierten Kosteneinflussgrößen abgestellt wird.

¹¹ Vgl. Gralla/Lücke (2018), S. 137 ff.

3.2 Kostensenkungen bei auftretenden Mindermengen

Der Regelungsinhalt des § 2 Abs. 3 Nr. 3 VOB/B wird kritisiert, da ausschließlich von einer Erhöhung des Einheitspreises infolge von auftretenden Mindermengen ausgegangen wird.¹² Eine Erhöhung des Einheitspreises macht das auftraggeberseitige Verlangen obsolet und widerspricht einem fairen Interessensausgleich zwischen auftragnehmerseitiger Leistung und auftraggeberseitiger Gegenleistung. Grundsätzlich sind Konstellationen in der baubetrieblichen Praxis denkbar, bei denen sich Mengenminderungen kostensenkend auswirken können. Beispielhaft können eine Verringerung zeitabhängiger BGK, eine Trennung von Nachunternehmern oder ein Einsatz nicht ausgelasteter Gerätschaften auf anderen Baustellen genannt werden.¹³

Der Wortlaut des § 2 Abs. 3 Nr. 3 VOB/B ist dahingehend anzupassen, dass anstelle von einer Erhöhung des Einheitspreises auf eine Veränderung des Einheitspreises abgestellt wird, die sich aus der Berücksichtigung sämtlicher Kosten- und Preisbestandteile ergibt. Um Kostenminderungen bei auftretenden Mengenminderungen in Ansatz bringen zu können, ist eine differenzierte und nach Kosteneinflussgrößen und Kosteneinheiten getrennte Aufschlüsselung sämtlicher Gemeinkosten innerhalb der Vertragskalkulation essentiell. Auf diese Weise ist eine Beurteilung eines kostensteigernden bzw. eines kostenmindernden Einflusses infolge auftretender Mengenänderungen objektiv bewertbar.

3.3 Grenzwerte der Vergütungsanpassung

In Abhängigkeit von der Höhe sowie von der Art der eingetretenen Mengenabweichung soll mit der Vereinbarung eines neuen Einheitspreisvertrages gemäß § 2 Abs. 3 VOB/B ein Ausgleich geschaffen werden.¹⁴ Die Grenzwerte zur Anpassung der Bemessungshöhe werden im Schrifttum kritisiert, da die Abrechnungsmengen um bis zu zehn Prozent unterschritten werden können, ohne dass einer Vertragspartei Ansprüche erwachsen.¹⁵ Überspitzt ausgedrückt bedeutet diese Verfahrensweise, dass dem Auftragnehmer für den Fall einer permanenten Unterschreitung der Ausschreibungsmengen in Höhe von maximal 10 % keinerlei Ansprüche in monetärer Hinsicht zustehen. Die Festsetzung des Einheitspreises hat gemäß dem Wortlaut dann Bestand, wenn infolge einer auftretenden, den Grenzwert nicht überschreitenden Mengenminderung der Auftragnehmer das benötigte Material bereits in vollem Umfang bestellt hat, dieses aber nicht an anderen Baustellen einsetzen kann. Dieses Verfahrensdefizit steht nicht im Verhältnis zu einer gemäß § 8 Abs. 1 Nr. 2 VOB/B ausgesprochenen Teilkündigung, bei der der Auftragnehmer die kalkulierten Materialkosten aufgrund der ausgelösten Bestellung als nicht einsparbare Kosten auch nicht in Abzug bringen lassen muss.¹⁶ Vor dem Hintergrund opportunistischer Ausschreibungs- und Kalkulationspraktiken ist nicht nur der in der VOB/B fixierte Grenzwert in Höhe von 10 %, sondern auch die grundlegende

¹² Vgl. u. a. Kapellmann/Schiffers 2011a, Rdnr. 525

¹³ Vgl. hierzu Diederichs (1985), S. 1178 und Kapellmann/Schiffers (2011), S. 206, Rdnr. 525

¹⁴ VOB 2016, § 2 Abs. 3 Nr. 3 VOB/B. Vgl. hierzu auch die BGH- und OLG-Rechtsprechung (BGH, Beschl. v. 12.03.2015, VII ZR 21/15; OLG Köln, Ur. v. 30.12.2014, 17 U 83/13, IBR 2015, 349)

¹⁵ Vgl. Wanninger (2004), S. 6

¹⁶ Vgl. Kimmich (2011), S. 173

Notwendigkeit zur Preisfestschreibung innerhalb eines gewissen Mengenkorsetts kritisch zu hinterfragen.¹⁷

Die Begründung des Divergenzgefälles zwischen der auftragnehmerseitigen und auftraggeberseitigen Schwelle zur Anpassung eines neuen Einheitspreises liegt gemäß der Judikatur darin, dass dem Auftraggeber bei einem Einheitspreisvertrag eine hinreichende Leistungsbeschreibungspflicht und damit einhergehend eine adäquate Massenermittlung zugebilligt wird. Finanzielle Einbußen durch vermeintlich erhöhte Gemeinkosten sollen auf diese Weise durch den Auftraggeber getragen werden und zu einer detaillierten und genauen Leistungsbeschreibung animieren.

Dieser Gedankenansatz ist nicht zielführend, da ein unter Wert kalkulierten Einheitspreis für die ersten 110 % der ausgeschriebenen Vordersätze ebenso für den Auftragnehmer bindend ist.¹⁸ Ein schlüssiges Argument für eine grenzwertabhängige Anpassung des Einheitspreises bei auftretenden Mehr- oder Mindermengen existiert nicht, so dass diese innerhalb der Regelungspassage der VOB/B zu überarbeiten ist. Ausschließlich die infolge von Mengenänderungen resultierenden Änderungen von Kosten- und Preisbestandteilen sind anspruchsbegründend für eine Anpassung eines Einheitspreises. Dies setzt eine bieterseitige Aufschlüsselung notwendiger Kalkulationsparameter und Kosteneinflussgrößen voraus. Im Zeitalter der computergestützten Kalkulation und Abrechnung ist auf dieser Grundlage eine positionsweise Einheitspreisanpassung infolge jeglicher Mengenänderung möglich und erforderlich.

3.4 Opportunitätspotential bestehender Gemeinkostenerlösansätze

Ein Auftragnehmer ist in der Ausgestaltung seiner Kalkulation nahezu frei. Nicht ausgeschriebene Gemeinkostenbestandteile können im Rahmen eines zuschlagsbezogenen Kalkulationsverfahrens durch den Unternehmer frei auf vorhandene Einzelkostenarten oder Leistungsverzeichnispositionen umgelegt werden. Ein umsatzbezogener Erlös von Gemeinkostenbestandteilen ist vor dem Hintergrund der in der baubetrieblichen Praxis üblichen Abweichung der Abrechnungs- zu den Ausführungsmengen¹⁹ kritisch zu bewerten. Opportunistische Verhaltensweisen beider Vertragsparteien, dass wirtschaftliche Ergebnis der Baumaßnahme durch eine vorvertragliche Antizipation von möglichen Mehr- und Mindermengen positiv zu beeinflussen, sind eine weitere Schwachstelle bei Gemeinkostenerlösansätzen.²⁰

Der Effekt der „Gemeinkostenverschiebung“ ist umso größer, je inhomogener einzelne Kostenarten zur Deckung der Gemeinkosten bezuschlagt werden. Erkennt der Bieter eine zu niedrige Ausschreibungsmenge bei geräteintensiven Leistungsverzeichnispositionen, könnte die Hauptzuordnung der über den Hauptauftrag zu generierenden Deckungsbeiträge zu den Einzelkosten „Lohn“ und „Geräte“ erfolgen. Eine Anpassung von Gemeinkostenbestandteilen

¹⁷ Mit dieser Intention auch Bode (2009), Rdnr. 39

¹⁸ Siehe hierzu die BGH- und OLG-Rechtsprechung (BGH, Urt. v. 12.03.2015, VII ZR 21/15; BGH, Urt. v. 18.12.1986, VII ZR 39/86 BauR 1987, 217; OLG Köln, Urt. v. 30.12.2014, 17 U 83/13, IBR 2015, 349) sowie Kapellmann/Schiffers (2011), S. 220, Rdnr. 546 und Bode (2009), Rdnr. 39

¹⁹ Zu Gründen zur Abweichung der Abrechnungs- zu den Ausführungsmengen vgl. Kues (2016), Rdnr. 126 oder Diederichs (1985), S. 1177

²⁰ Mit dieser Aussage u.a. Bode (2009), Rdnr. 1

auf Grundlage des Kostenursprungs führt darüber hinaus dazu, dass Gemeinkosten vordergründig über die Kostenart der AGK erwirtschaftet werden. Auf diese Weise wird eine Gegenrechnung mit den als einsparbar geltenden Minderkosten der BGK im Falle von auftretenden Mehrmengen umgangen. Die Tabelle 1 zeigt exemplarisch für abzurechnende Mehrmengen, welche Auswirkungen der auftragnehmerseitig gewählte Gemeinkostenerlösansatz auf die Erwirtschaftung von Deckungsbeträgen auf Grundlage der Bestimmungen gem. § 2 Abs. 3 Nr. 2 VOB/B hat.²¹

Exemplarische Vorgabe der Unternehmensführung ist, dass mit den in der Leistungsbeschreibung aufgeführten Teilleistungen ein absoluter Deckungsbetrag für BGK und AGK in Höhe von 98.900,- € erwirtschaftet werden muss. Die Deckung der Gemeinkosten ist auf der Grundlage von vier verschiedenen Bieteransätzen (Z1 bis Z4) dargestellt.

Bei einer VOB-konformen Abrechnung der dargestellten Mehrmengen ist anhand des Berechnungsbeispiels ersichtlich, dass Bieter bei Antizipation von Mehrmengen und gleichzeitiger „geschickter“ Zuschlagsverteilung eine Deckungsbetragsdifferenz von bis zu 24.325,30 € (142.320,30 € - 117.995,- €; + 20,62 %) gegenüber einer homogenen Zuschlagsverteilung erzielen können.

²¹ VOB 2016, VOB/B, § 2 Abs. 3 Nr. 2

Tabelle 1: Fallbeispiele zur Gemeinkostenfortschreibung gem. § 2 Abs. 3 Nr. 2 VOB/B bei (in)homogener Zuschlagsverteilung²²

Art der Zuschlagsverteilung:			Einstufig, (in) homogen									
Anzahl der Kostenarten:			5 (Lohnk. [L], Stoffk. [S], Gerätek. [G], Fremdleistungsk. [FL], Sonstige Kosten [SoKo])									
Umzulegende Deckungsbeiträge gem. Vertragskalkulation:			98.900,- €									
Zuschlagsätze [%]			L		S		G		FL		SoKo	
			BGK	AGK	BGK	AGK	BGK	AGK	BGK	AGK	BGK	AGK
Zuschlagsvert. 1 (Z1):			10,00%	0,00%	10,00%	0,00%	10,00%	0,00%	10,00%	0,00%	10,00%	0,00%
Zuschlagsvert. 2 (Z2):			5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%
Zuschlagsvert. 3 (Z3):			0,00%	10,00%	0,00%	10,00%	0,00%	10,00%	0,00%	10,00%	0,00%	10,00%
Zuschlagsvert. 4 (Z4):			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	19,70%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
LV-Pos.	Menge [E]	Bieter	EKT- / EP-Bestandteile [€/E]							Deckungsbeitrag [€]		
			L	S	G	FL	SoKo	Σ	gem. § 2 Abs. 3 Nr. 2			
Pos. 1	900,00 t (ausgeschrieben und abgerechnet)		160,00	80,00	0,00	0,00	0,00	240,00				
		Z1	16,00	8,00	0,00	0,00	0,00	24,00	21.600,00			
		Z2	16,00	8,00	0,00	0,00	0,00	24,00	21.600,00			
		Z3	16,00	8,00	0,00	0,00	0,00	24,00	21.600,00			
		Z4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
Pos. 2	600,00 m (ausgeschrieben)		175,00	80,00	170,00	15,00	15,00	455,00				
		Z1	17,50	8,00	17,00	1,50	1,50	45,50	27.300,00			
		Z2	17,50	8,00	17,00	1,50	1,50	45,50	27.300,00			
		Z3	17,50	8,00	17,00	1,50	1,50	45,50	27.300,00			
		Z4	0,00	0,00	33,49	0,00	0,00	33,49	20.095,22			
	720,00 m (abgerechnet)		175,00	80,00	170,00	15,00	15,00	455,00				
		Z1 BGK	17,50	8,00	17,00	1,50	1,50	45,50	30.030,00			
		Z1 AGK	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
		Z2 BGK	8,75	4,00	8,50	0,75	0,75	22,75	31.395,00			
		Z2 AGK	8,75	4,00	8,50	0,75	0,75	22,75				
		Z3 BGK	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32.760,00			
		Z3 AGK	17,50	8,00	17,00	1,50	1,50	45,50				
		Z4 BGK	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24.112,80			
		Z4 AGK	0,00	0,00	33,49	0,00	0,00	33,49				
		Pos. 3	100,00 St. (ausgeschrieben)		1.000,00	0,00	4.000,00	0,00	0,00	5.000,00		
				Z1	100,00	0,00	400,00	0,00	0,00	500,00	50.000,00	
				Z2	100,00	0,00	400,00	0,00	0,00	500,00	50.000,00	
Z3	100,00			0,00	400,00	0,00	0,00	500,00	50.000,00			
Z4	0,00			0,00	788,05	0,00	0,00	788,05	78.804,78			
150,00 St. (abgerechnet)			1.000,00	0,00	4.000,00	0,00	0,00	5.000,00				
	Z1 BGK		100,00	0,00	400,00	0,00	0,00	500,00	55.000,00			
	Z1 AGK		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
	Z2 BGK		50,00	0,00	200,00	0,00	0,00	250,00	65.000,00			
	Z2 AGK		50,00	0,00	200,00	0,00	0,00	250,00				
	Z3 BGK		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	75.000,00			
	Z3 AGK		100,00	0,00	400,00	0,00	0,00	500,00				
	Z4 BGK		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	118.207,50			
Z4 AGK	0,00	0,00	788,05	0,00	0,00	788,05						
		Σ Deckungsbeitrag Pos. 1 bis 3 bei Zuschlagsverteilung Z1 (Abrechnungsmenge):							106.630,00 (-10,66%)			
		Σ Deckungsbeitrag Pos. 1 bis 3 bei Zuschlagsverteilung Z2 (Abrechnungsmenge):							117.995,00 (0,00%)			
		Σ Deckungsbeitrag Pos. 1 bis 3 bei Zuschlagsverteilung Z3 (Abrechnungsmenge):							129.360,00 (+9,63%)			
		Σ Deckungsbeitrag Pos. 1 bis 3 bei Zuschlagsverteilung Z4 (Abrechnungsmenge):							142.320,30 (+20,62%)			

²² Dissertation Dipl.-Ing. Martin Lücke: „Analyse und Optimierung von Kalkulationsverfahren und -rahmenbedingungen des Bauhauptgewerbes auf dem deutschen Baumarkt“, TU Dortmund, voraussichtliches Erscheinungsjahr 2018

4 Zusammenfassung der Lösungsansätze

Die Ausarbeitungen zur Anpassung des Einheitspreises bei auftretenden Mengenänderungen gem. § 2 Abs. 3 VOB/B zeigen auf, dass die in der VOB/B aufgeführte Methodik zur Anpassung von Einheitspreisen bei einem umsatzbezogenen Erlösansatz zur Gemeinkostenerwirtschaftung problembehaftet ist. Neben einer inhaltlichen und sprachlichen Überarbeitung dieser Regelungspassage der VOB/B ist es erforderlich, grundlegende Änderungen im Bereich der Kalkulation von Bauleistungen anzustreben.

Die Ausarbeitungen der Kapitel 2.1 bis 2.4 verdeutlichen, dass eine Trennung von BGK und AGK in der baubetrieblichen Praxis nicht eindeutig und problembehaftet ist. Empfehlenswert ist, zukünftig BGK und AGK in einer Kostenart „Gemeinkosten“ zusammenzufassen. Diese Kostenart ist nicht ausschließlich als Umlage über die Einzelkosten der Teilleistungen, sondern idealerweise auf Basis eines ausschreibungsbezogenen und nach Kosteneinflussgrößen separierten Erlösansatz zu erwirtschaften.²³ Sind die seitens des Bieters zu kalkulierenden Gemeinkosten (sowie Preisanteile für Wagnis und Gewinn) ausschließlich innerhalb von separaten LV-Positionen zu berücksichtigen, beschränkt sich die Kalkulation der verbleibenden LV-Positionen auf die Angabe der Einzelkosten der Teilleistungen.

Ein ausschreibungsbezogener Erlösansatz von Gemeinkostenbestandteilen sollte analog der Aufstellung eines auftragnehmerseitigen Gemeinkostenleistungsverzeichnisses eine adäquate Mindestklassifizierung von Kosteneinflussgrößen, Kostenbestandteilen, Kosteneinheiten und Kostenfunktionen enthalten. Die Angabe eines Kostencharakters ist ebenfalls empfehlenswert (siehe hierzu Abbildung 1). Bieterseits kann folglich in Abhängigkeit von den der Kalkulation zu Grunde gelegten Kalkulationsannahmen eine Zuordnung von Kostenbestandteilen zu Ausschreibungspositionen mit differenzierenden Kosteneinflussgrößen erfolgen.

Diese Art des Gemeinkostenerlöses ermöglicht u. a. eine große Kostentransparenz nicht nur bei der Kalkulation der hauptvertraglichen Leistung, sondern auch bei der monetären Bewertung von Leistungsmodifikationen und / oder Behinderungen des Bauablaufs.

Opportune Verhaltensweisen einer Vertragspartei können jedoch auch nicht bei einem ausschreibungsbezogenen Erlösansatz von Gemeinkostenbestandteilen ausgeschlossen werden. Auch hier ist es dem Bieter grundsätzlich möglich, bei Antizipation möglicher Leistungsmodifikationen respektive der Antizipation einer möglichen Bauzeitverlängerung spekulative Einheitspreise anzubieten. Werden Gemeinkostenbestandteile auf Grundlage maßgebender Kosteneinflussgrößen ausgeschrieben und seitens des Bieters bepreist, können opportune Verhaltensweise frühzeitiger (zum Zeitpunkt der Vergabe) seitens der ausschreibenden Stelle erkannt werden.

²³ Vgl. Gralla/Lücke (2018), S. 137 ff.

Kosteneinfluss- größe	Kosten- bestandteil	Kosten- einheit	Kosten- charakter	Kosten- funktion
Bauzeitabhängig	Bauleitungspersonal Rohbau 01.04.2018 (Übergabe Baugrube) bis 01.04.2019 (1 Monat nach Abnahme der Rohbauarbeiten)	„€ / Monat“	Proportional lineare Kostenentwicklung mit zunehmender Bauzeit	Kostengleitung ab 01.05.2019 gemäß Tarifvertrag zur Regelung der Gehälter und Ausbildungsvergütungen für die Angestellten und Poliere des Bauhauptgewerbes (TV Gehalt/West), Referenz- Gehaltsgruppe „A VIII“
	Bauleitungspersonal Ausbau 01.03.2019 (Abnahme Rohbau) bis 01.02.2020 (1 Monat nach Abnahme der Ausbauarbeiten)	„€ / Monat“	Proportional lineare Kostenentwicklung mit zunehmender Bauzeit	Kostengleitung ab 01.05.2020 gemäß Tarifvertrag zur Regelung der Gehälter und Ausbildungsvergütungen für die Angestellten und Poliere des Bauhauptgewerbes (TV Gehalt/West), Referenz- Gehaltsgruppe „A VI“

Abbildung 1: Beispielhafte Darstellung der Klassifizierungsmerkmale eines bauzeitbezogenen Ausschreibungsansatzes von Gemeinkosten

Literaturverzeichnis**Achilles (2007)**

Achilles, Markus: Allgemeine Geschäftskosten im neuen Preis der Mehrmenge nach § 2 Nr. 3 Abs. 2 VOB/B. In: ibr-online IBR 2007, 231

Althaus/Heindl (2013)

Althaus, Stefan; Heindl, Christian A.: Der öffentliche Bauauftrag. Vergabe und Ausführung von Bauleistungen nach VOB Teile A, B und C, c) Baustellengemeinkosten. 2. Auflage. In: ibr-online, 18.09.2013

Bartels/Spreer-Hofmeister

Bartels, Jörg; Spreer-Hofmeister, Uwe: Die Allgemeinen Geschäftskosten und ihre Deckung. In: Institut für Bauwirtschaft und Baubetrieb (Hrsg.): Die wirtschaftliche Seite des Bauens: Festschrift zum 60. Geburtstag von Rainer Wanninger. Schriftenreihe des Instituts für Bauwirtschaft und Baubetrieb. Heft Nr. 50 (2010), S. 41-52, ISBN 978-3-936214-18-5

Bode (2009)

Bode, Henning: Zur Behandlung von Spekulationspreisen in der Wertungs- und Vergabephase. In: ibr-online IBR 2009, 1442

Brenner (2008)

Brenner, Brit: Systematisch Kosten senken. In: Baugewerbe, 89 (2008), Heft Nr. 18, S. 43-45, ISSN 0005-6634

Brenner (2009)

Brenner, Brit: Nachtragsmanagement mit System. Anregungen im Umgang mit dem Nachtragsgeschäft. In: Der Eisenbahningenieur, 60 (2009), Heft Nr. 1, S. 51-53, ISSN 0013-2810

Diederichs (1985)

Diederichs, Claus J.: Sonderprobleme der Kalkulation: Teil 1. In: Die Bauwirtschaft, 39 (1985), Heft Nr. 32, S. 1177-1181, ISSN 0005-6863

Drees/Paul (2011)

Drees, Gerhard; Paul, Wolfgang: Kalkulation von Baupreisen: Hochbau. Tiefbau. Schlüsselfertiges Bauen. 11. erweiterte und aktualisierte Auflage, Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH, 2011, ISBN 978-3-410-21674-2

Gralla/Lücke (2018)

Gralla, Mike; Lücke, Martin: Charakteristika der Kalkulation von Bauleistungen in Deutschland. In: Hofstadler, Christian (Hrsg.); Heck, Detlef (Hrsg.); Kummer, Markus (Hrsg.): Kostenschätzung, Kostenberechnung, Kostenanschlag. Baubetriebliche, bauwirtschaftliche und rechtliche Aspekte. 1. Auflage. Graz. Verlag der Technischen Universität Graz, 2018, ISBN 978-3-85125-583-6

Ingenstau/Korbion (2015)

Ingenstau, Heinz; Korbion, Hermann: VOB: Teile A und B. Kommentar. 19. Auflage. Düsseldorf: Werner-Verlag, 2015, ISBN: 978-3-8041-2160-7

Kapellmann/Schiffers (2011)

Kapellmann, Klaus D.; Schiffers, Karl-Heinz: Vergütung, Nachträge und Behinderungsfolgen beim Bauvertrag. Band 1: Einheitspreisvertrag. 6. Auflage, Düsseldorf: Werner Verlag, 2011, ISBN 978-3-8041-5212-0

Kimmich (2011)

Kimmich, Bernd: Die Behandlung entfallener Leistungen beim VOB/B-Vertrag. In: BauR, 42 (2011), [ohne Angabe Heft Nr.], S. 171-180, ISSN 0340-7489

Kniffka (2012)

Kniffka, Rolf: Ist die VOB/B eine sichere Grundlage für Nachträge? In: Baurecht, 43 (2012), Heft Nr. 3, S. 411-556, ISSN 0340-7489

Kues (2016)

Kues, Jarl-Hendrik: Kalkulationsfreiheit und Grenze der Bindung an die Preisermittlungsgrundlagen. In: Nicklisch/Weick/Jansen/Seibel: VOB Teil B - Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen, Kommentar. 4. Auflage. München: Verlag C. H Beck, 2016, ISBN 978-3-406-52618-3

Putzier (1996)

Putzier, Dieter: Einheitspreisvertrag: Anderweitiger Ausgleich bei Mengenunterschreitungen von mehr als 10 %. In: Baurecht, 27 (1996), Heft Nr. 1, S. 127–129, [ohne ISSN]

VHB-Bund (2017)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Hrsg.): VHB: Vergabe- und Vertragshandbuch für die Baumaßnahmen des Bundes. [ohne Ort und Verlag], 2017, [ohne ISBN]

Wanninger (2004)

Wanninger, Rainer: Von den Kosten zum Preis und wieder zurück – die prüfbare Kalkulation als Traum. In: Institut für Bauwirtschaft und Baubetrieb (Hrsg.): Kosten- und Preisermittlung in Konfliktsituationen: Beiträge zum Braunschweiger Baubetriebsseminar vom 13. Februar 2004. Schriftenreihe des Instituts für Bauwirtschaft und Baubetrieb, Heft 38 (2004), S. 1-32, [ohne ISBN]

Produktionsplanung und -steuerung in Kleinbauprojekten im laufenden Betrieb auf Basis der Prinzipien des Lean Managements – Vorgehensweise in einem realen Projekt

S. Oprach | N. Ihwas | S. Haghsheno

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141155-0>

Svenja Oprach, M.Sc.

*Institut für Technologie und Management im Baubetrieb
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
svenja.oprach@kit.edu*

Nadia Ihwas, M.Sc.

*Institut für Technologie und Management im Baubetrieb
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
nadia.ihwas@kit.edu*

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Kfm. Shervin Haghsheno

*Institut für Technologie und Management im Baubetrieb
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
shervin.haghsheno@kit.edu*

Inhalt

1	Einleitung	234
2	Herausforderungen von Kleinbauprojekten im laufenden Betrieb.....	234
3	Grundlagen des Lean Managements.....	235
4	Vorstellung des Projekts	237
5	Produktionsplanung und -steuerung zur Erhöhung der Flusseffizienz im untersuchten Projekt.....	238
	5.1 Vorbereitung	238
	5.2 Produktionsplanung	239
	5.3 Durchführung und Produktionssteuerung.....	241
6	Potentiale und Ausblick	242

1 Einleitung

Kleinbauprojekte umfassen Baumaßnahmen mit sehr geringem Projektvolumen sowie mit i.d.R. sehr kurzer Dauer und geringem Wiederholungsfaktor. Anforderungen an Kleinbauprojekte während des Betriebs von Gebäuden wachsen stetig, da eine maximale Verfügbarkeit und Flexibilität der Gebäudenutzung auch während Baumaßnahmen gewährleistet werden soll. Dem Management der Schnittstelle zwischen laufendem Betrieb und dem einzelnen Projekt kommt hier eine besondere Bedeutung zu.

Im Rahmen dieses Beitrags soll untersucht werden, inwieweit die Anwendung von Prinzipien des Lean Managements mit gleichzeitiger Beachtung von Fluss- und Ressourceneffizienz die Planungs- und Steuerungsprozesse unterstützen kann. Im Folgenden werden nach der Erläuterung der Herausforderungen von Kleinbauprojekten im laufenden Betrieb zunächst die Grundlagen des Lean Managements beschrieben. Anschließend erfolgt eine kurze Vorstellung des betrachteten Projekts. Im Hauptteil des Beitrags wird die Vorgehensweise zur Implementierung von Maßnahmen zur Verbesserung der Flusseffizienz des Bauvorhabens beschrieben. Der Beitrag endet mit der Diskussion der Potentiale des vorgestellten Vorgehens und gibt einen kurzen Ausblick.

2 Herausforderungen von Kleinbauprojekten im laufenden Betrieb

Bei der Durchführung von Bauprojekten im Bestand wird zwischen verschiedenen Maßnahmen differenziert, die sich hinsichtlich ihres Umfangs und ihrer Auswirkungen auf den Bestand unterscheiden.¹ Relevante Begriffe im Rahmen dieses Beitrags sind der Umbau und die Modernisierung: Der Umbau bezeichnet Eingriffe in die bestehende Gebäudestruktur, um bspw. eine veränderte Nutzung zu ermöglichen; die Modernisierung umfasst Maßnahmen, die der Steigerung des Gebrauchswerts des Gebäudes dienen.²

Im Vergleich zu Neubauprojekten müssen allgemein bei Baumaßnahmen im Bestand weitere Besonderheiten berücksichtigt werden. Allgemeine Herausforderungen sind u.a.:

- **Abhängigkeit vom Ist-Zustand des bestehenden Bauwerks:** Alle Maßnahmen hängen von einem bereits bestehenden Bauwerk ab und die Beteiligten müssen sich im Detail mit dessen Ist-Zustand auseinandersetzen.³ Hierzu muss der Bauherr im Besitz der vollständigen Bestandspläne sein.⁴
- **Verborgene Eigenschaften des bestehenden Bauwerks:** Nach Durchführung von Abbruchmaßnahmen werden weitere Details der bestehenden Substanz offenbart. Zur korrekten Anpassung der Planung muss ein regelmäßiger Abgleich der aktuellen Planung mit der Situation vor Ort durchgeführt werden. Dies kann zu Verzögerungen im Bauablauf und zu Komplikationen bei einzelnen Gewerken führen. Dies erfordert

¹ Erläuterungen zur Differenzierung der einzelnen Begriffe sind z.B. zu finden in: Schneider (2010), S. 202 ff.; BMUB (2014), S. 126

² Schneider (2010), S. 203; BMUB (2014), S. 126

³ Bielefeld/Wirths (2017), S. 2 und S. 198

⁴ Clade (2015), S. 175

eine schnelle Entscheidungsfindung durch den Projektleiter und eine schnelle Reaktionsfähigkeit der Gewerke.

- **Erschwerung der logistischen Prozesse:** Die Abwicklung logistischer Prozesse ist schwieriger als im Neubau, da das Gebäude häufig von anderen Gebäuden eng umgeben ist und keine größeren Freiflächen zur Lagerung von Materialien verfügbar sind. Des Weiteren müssen sperrige Materialien durch ein bestehendes, ggf. enges Gebäude transportiert werden.⁵

Soll das Gebäude während der Durchführung von Baumaßnahmen genutzt werden, gibt es darüber hinaus weitere Herausforderungen im laufenden Betrieb:

- **Bereitstellung von Ersatzflächen:** Es müssen kostenaufwändig Ersatzflächen bereitgestellt werden, falls die Baumaßnahmen einen durchgehenden Betrieb der Gebäudeflächen verhindern.⁶
- **Einhaltung von Brandschutzanforderungen:** Flucht- und Rettungswege müssen aufrechterhalten werden.⁷
- **Abgrenzung des Baustellenbereichs:** Zutrittsberechtigungen zum Baubereich müssen klar geregelt werden,⁸ damit die Sicherheit auf der Baustelle und im Gebäude gewährleistet wird.
- **Beeinträchtigungen durch Schmutz und Lärm:** Schmutz und Lärm sind insbesondere bei Abbrucharbeiten unvermeidbar. Sie sollten den laufenden Gebäudebetrieb aber nur so wenig wie möglich beeinträchtigen.⁹ Der Bauherr benötigt somit Transparenz über lärmintensive Zeiten; Abstimmungs- und Planungsgespräche zwischen dem Bauherrn und den beteiligten Unternehmen sind hierzu erforderlich.

Je kleiner das Projekt ist, desto größer ist die Tendenz zu einer voneinander isolierten Selbstoptimierung der Gewerke, da die meisten Gewerke mehrere Kleinbauprojekte parallel abwickeln. Die Betrachtung der Bauabläufe in einem optimalen Zusammenhang tritt dabei in den Hintergrund. Die Prozessqualität – die Qualität der durchzuführenden Arbeitsschritte – hat nämlich i.d.R. einen direkten Einfluss auf die Qualität des Bauwerks; dies gilt auch umgekehrt.¹⁰ Ein Ansatz zur Bewältigung der Herausforderungen bei der Sicherung der Prozess- und Produktqualität bei Kleinbauprojekten während des Gebäudebetriebs ist die Anwendung der Prinzipien des Lean Managements.

3 Grundlagen des Lean Managements

Die Ursprünge der Lean Management Philosophie gehen auf die Automobilbranche und auf das Toyota-Produktionssystem zurück, das in den 1940er Jahren entwickelt wurde.¹¹ Grund-

⁵ Schneider (2010), S. 220 ff.; Clade (2015), S. 175

⁶ Ebd.

⁷ Kraus (2015)

⁸ Ebd.

⁹ Ebd.

¹⁰ Würfele/Bielefeld/Gralla (2007), S. 65

¹¹ Zollondz (2013), S. 43

gedanke des Toyota-Produktionssystems war es, die an standardisierter Massenproduktion orientierte Automobilbranche hin zu einer Produktionsweise zu transformieren, die an spezifischen Kundenbedürfnissen ausgerichtet werden sollte.¹² Mit fortschreitender Entwicklung dieser Idee ist in den 1990er Jahren schließlich der Begriff Lean Production durch Womack, Jones und Roos in ihrem Werk „The Machine that Changed the World“ geprägt worden.¹³ In der Studie wurden global die Prozesse von Automobilfabriken analysiert.¹⁴ Ausgehend von dieser Studie haben Womack und Jones die fünf Prinzipien des Lean Thinking geprägt:

1. **Kundenwert:** Identifiziere den Wert aus Kundensicht.
2. **Wertstrom:** Erfasse den Strom der Prozesse zur Erreichung des Kundenwerts.
3. **Fluss-Prinzip:** Die Arbeit soll entlang dieses Stroms fließen.
4. **Pull-Prinzip:** Verwende das Pull-Prinzip.
5. **Perfektion:** Strebe durch kontinuierliche Verbesserung der Prozesse nach Perfektion.¹⁵

In diesem Beitrag wird insbesondere das Fluss-Prinzip und die damit einhergehende Erreichung der Flusseffizienz betrachtet. Bei der Abwicklung von Projekten ist die Flusseffizienz grundsätzlich von der Ressourceneffizienz zu unterscheiden:

Wird die Erreichung von Ressourceneffizienz fokussiert, so ist es das Ziel der unternehmerischen Tätigkeit, dass alle Ressourcen, die wertschöpfend eingesetzt werden können, mit maximaler Effizienz genutzt werden, da ansonsten Opportunitätskosten entstehen.¹⁶

Die Flusseffizienz hingegen hat die Optimierung einer Einheit, die durch die Ressourcen des Unternehmens verarbeitet wird, zum Ziel. Messgröße ist hier der Zeitraum, der zwischen Identifikation eines Kundenbedürfnisses und der Erfüllung dieses Bedürfnisses liegt.¹⁷

Die Ressourceneffizienz führt zur Minimierung der Produktionskosten bei Maximierung der Ressourcennutzung; die Flusseffizienz führt zu einer Fokussierung des Kundenwerts, da die zu bearbeitenden Auftragseinheiten über die Planung und Abwicklung der Prozesse entscheiden.¹⁸ Die meisten Unternehmen, so auch Bauunternehmen, verfolgen typischerweise den Ansatz der Ressourceneffizienz zur Optimierung der eigenen betrieblichen Tätigkeit. Allerdings ist der alleinige Fokus auf Ressourceneffizienz in einem von Wettbewerb getriebenem Umfeld nicht zielführend. Die Erreichung der Kundenzufriedenheit durch Realisierung von Flusseffizienz, z.B. durch kurze Produktionszeiten, Fokussierung des Kundenwerts u.ä., sollte in einem solchen Umfeld gleichermaßen berücksichtigt werden.¹⁹

Die Berücksichtigung von Flusseffizienz stellt bei den oben beschriebenen Kleinbauprojekten im Betrieb eine Herausforderung dar. Bei solchen Projekten werden typischerweise mehrere

¹² Howell (1999), S. 2

¹³ Ballard, Howell (2003), S. 120

¹⁴ Womack, Jones, Roos (1991), S. 1 ff.

¹⁵ Womack, Jones (2003), S. 23 ff.

¹⁶ Modig, Ählström (2015), S. 25 ff.

¹⁷ Modig, Ählström (2015), S. 25

¹⁸ Wernicke/Lidelöw/Stehn (2017), S. 862

¹⁹ Wernicke/Lidelöw/Stehn (2017), S. 861

Unternehmen für einzelne Gewerke mit nur sehr kleinen Teilaufgaben beauftragt. Die meisten der involvierten Unternehmen bearbeiten aufgrund dessen zeitgleich mehrere Projekte. Zur Optimierung der eigenen Abläufe bevorzugt es jedes Unternehmen, die erforderlichen Aufgaben bestenfalls am Stück ohne Unterbrechungen abzuwickeln, um den eigenen Aufwand möglichst gering zu halten. Bei fehlender Koordination kann der Zustand eintreten, dass alle Unternehmen gleichzeitig, entsprechend ihrer eigenen Präferenzen, auf der Baustelle arbeiten wollen. In diesem Fall steht ggf. nicht genügend Fläche zur Bearbeitung zur Verfügung oder Vorleistungen sind noch nicht erbracht. Die Personalstärke auf der Baustelle ist somit starken Schwankungen unterworfen.

Im Folgenden wird anhand eines realen Projekts analysiert, welche Auswirkungen Maßnahmen zur Einführung einer Produktionsplanung und -steuerung auf Basis der Prinzipien des Lean Managements mit einem besonderen Fokus auf die Flusseffizienz auf den Projekterfolg haben können.

4 Vorstellung des Projekts

Bei dem hier betrachteten Projekt handelt es sich um ein Umbauprojekt im laufenden Betrieb. Die zu bearbeitende Fläche beträgt etwa 60m² und stellt einen Foyerbereich innerhalb eines Bürogebäudes dar. Nutzer des zu bearbeitenden Gebäudeabschnitts sind Mitarbeiter einer Bauabteilung eines Unternehmens aus der Produktionsindustrie. Die Projektaufgaben umfassen den Umbau des Foyers inklusive kleiner Abbruchmaßnahmen, den Neubau von Gipskarton-Wänden und kleinerer Anpassungen sowie Umzugsarbeiten. Das Foyer besteht aus einem großen Hauptbereich, einer angrenzenden Küche (siehe Abbildung 3) und einem Flurabschnitt im ersten Obergeschoss. Ziel des Projekts ist die Modernisierung des Foyers. Spezielle Herausforderungen an das Projektteam sind zum einen die kritischen Projektbeobachter, die größtenteils Bauexperten aus der Bauabteilung der Bauherrenorganisation sind. Zum anderen unterliegen die Arbeiten starken Abhängigkeiten: Für einzelne Baumaßnahmen im Hauptbereich müssen Drucker und Plotter in das erste Obergeschoss umgezogen werden, damit diese auch während der Baumaßnahmen verfügbar sind. Ferner liegt das Projekt im Werksumfeld, so dass nur wenig logistische Flächen zur Verfügung stehen. Des Weiteren wurde das Projekt zum Jahresende durchgeführt, so dass die meisten beteiligten Unternehmen für die Gewerke mehrere Projekte parallel zum Abschluss vor Jahresende bearbeiteten.

Zu Beginn des Projekts wurde ein erster Terminplan in Listenform erstellt (vgl. Abbildung 1). Dieser teilt die Einzelmaßnahmen bestimmten Flächen bzw. Bereichen und Gewerken zu. Durch das Aneinanderreihen von Maßnahmen desselben Gewerks wurde eine möglichst effiziente Auslastung der Gewerke erarbeitet. Jedes Unternehmen verfolgt für sich zuvorderst das Ziel, die eigenen Ressourcen maximal gewinnbringend einzusetzen (vgl. Kapitel 3). Eventuelle Puffer im Terminplan, Abhängigkeiten der Gewerke und eine Priorisierung einzelner Flächen im Sinne der Interessen des Kunden werden bei dieser Planungsweise jedoch nicht erreicht.

zeitliche Reihenfolge	Datum	Maßnahme	Bereich	Thema	Gewerk
1	17.11	Elektro- und LAN für Drucker und Plotter neu	Eingang Foyer EG	Umbau	Elektro
2	20.11	Patchen der neuen LAN Anschlüsse	Eingang Foyer EG	Umzug	Kunika / IT
2	20.11	Umzug Drucker und Plotter	Eingang Foyer EG	Umzug	Kunika / Spedition
2	20.11	Freiräumen von Mobiliar	Eingang Foyer EG Bürobereich	Umzug	Spedition
2	20.11	Elektro- und LAN für Monitor neu	Besprechungsraum 4	Umbau	Elektro
3	21.11	Demontieren von Kabelkanal in der Nische (jetziger Druckerbereich)	Eingang Foyer EG	Umbau	Elektro
4	22.11	evtl. Staubschutzmaßnahmen	Eingang Foyer EG Bürobereich	Umbau	Trockenbauer
4	22.11	Demontage und Remontage Monitor	Bürobereich 1.OG	Umzug	Spedition
5	23-24.11	Abbruchmaßnahmen Wände /Türen	Besprechungsraum 4	Umbau	Trockenbauer
6	23-24.11	Abbruch Küchenzeile	Eingang Foyer EG	Umbau	Trockenbauer
6	23-24.11	Abbruch Glassystemtrennwand	Eingang Foyer EG	Umbau	Trockenbauer
7	27.11	Abbruchmaßnahmen Bodenbelag Küche	Eingang Foyer EG	Umbau	Trockenbauer
8	28.11-01.12	Anpassung Lüftung Besprechungsräume	Eingang Foyer EG / Besprechungsräume	Umbau	
8	28.11-01.12	Anpassung Lichtsteuerung, Lichtschalter, Austausch Deckenbeleuchtung	Eingang Foyer EG / Besprechungsräume	Umbau	Elektro
8	28.11-01.12	Anpassung Lichtsteuerung Besprechungsraum 1.OG	1.OG	Umbau	Elektro
8	28.11-01.12	Anpassung Steuerung außenliegender Sonnenschutz	1.OG Besprechungsraum / Plotterraum	Umbau	Elektro
8	28.11-01.12	Anpassung Jalousiesteuerung	1.OG Besprechungsraum / Plotterraum	Umbau	
9	28.11-01.12	Neubau GK Wände mit zugehörigen Sockelleisten GK Sturz an Höhe Unterzug anpassen (Bereich Besprechungsräume EG) Einbau von 2 Türen im 1.OG	Eingang Foyer EG Bürobereich 1.OG	Umbau	Trockenbauer
10	04-06.12	Neubau Glassystemtrennwand	Eingang Foyer EG	Umbau	Trockenbauer
10	04.12	Versetzen Ausweisleser 1.OG	1.OG	Umbau	Elektro
10	04.12	Neuer Bodenbelag Teeküche	EG	Umbau	
11	04-07.12	2 Stromanschlüsse und LAN Anschluss pro Besprechungsraum	Eingang Foyer EG / Besprechungsräume	Umbau	Elektro
11	04-07.12	4 Stromanschlüsse für Automatenstation Nische	Eingang Foyer EG	Umbau	Elektro
11	04-07.12	Anpassung Bodenbelag Teppich analog zum Bürobereich, Parkett nicht beschädigen Neuer Streifen Teppich im Bereich Wand Abbruch 1.OG	Eingang Foyer EG / Besprechungsräume 1.OG	Umbau	
11	04-07.12	Einbau Teeküche	EG	Umbau	Schreiner
12	08.12	Baureinigung	Gesamt	Umbau	
12	08-11.12	Malerarbeiten	Gesamt	Umbau	Maler
13	12.12	Umzug Automatenstation	EG	Umzug	
14	13.12	Möblierung	Gesamt	Umzug	Spedition

Abbildung 1: Herkömmlicher Ablaufplan des Projektes in Listendarstellung

Eine Optimierung des Gesamtprozesses zur Erreichung von Flusseffizienz kann jedoch nur erreicht werden, indem sich die Gewerke untereinander stärker abstimmen. Die Gewerke müssten den Fokus von der Optimierung der eigenen Ressourcen hin zur Optimierung der gesamten Prozessabläufe verlagern. Bei gemeinsamer Planung kann der Wert des Kunden stärker in den Vordergrund gestellt werden und die Bedürfnisse der einzelnen Beteiligten können zielgerichtet abgestimmt werden. Die entsprechende Vorgehensweise während des Projekts wird im folgenden Kapitel erläutert. Die vorgestellten Ergebnisse basieren hierbei auf den Beobachtungen der Erstautorin des vorliegenden Beitrags, die das Projekt als Verantwortliche für die Produktionsplanung und -steuerung aus Bauherrenperspektive intensiv begleitete.

5 Produktionsplanung und -steuerung zur Erhöhung der Flusseffizienz im untersuchten Projekt

5.1 Vorbereitung

Für einen möglichst effizienten Workshop mit den Gewerken zur Erarbeitung einer Arbeitsplanung wurden einzelne Themen durch die Projektleitung und das Planungsteam vorbereitet: Auf Basis des Grundrisses wurden Bereiche mit einer sinnvollen Größe unter Berücksichtigung der Abhängigkeiten und baulichen Gegebenheiten (z.B. die Trennungen durch Wände) identifiziert. Ergebnis war eine Einteilung in Druckerbereich (TB1), Küche (TB2), Besprechungsräume (TB3), Foyerbereiche (TB4) und Flurabschnitt im 1.OG (TB5) (vgl. Abbildungen 2 und 3). Im nächsten Schritt wurden den Bereichen die erforderlichen Arbeitsschritte jedes Gewerks zugeordnet. Hierzu erhielt jedes Gewerk eine feste Farbe. Die auszuführenden Aufgaben wurden in der entsprechenden Farbe auf Klebezetteln notiert. Auf einem Brownpaper wurde schließlich die Reihenfolge der Arbeiten je Bereich durchgespro-

chen und mit den Klebezetteln festgehalten (siehe Abbildung 2). Diese Planungsweise vereinfachte die Diskussion und bei Bedarf eine schnelle Umplanung. Auch die zeitliche Abstimmung wurde gemeinsam mit den Unternehmensvertretern für Gewerke vorgenommen. Anschließend wurde vom Bauherrn eine Priorisierung der Flächen vorgenommen: die Küche sollte demnach nach einer möglichst kurzen Umbauzeit wieder nutzbar sein. Die Priorisierung dient der späteren Flussausrichtung der Gewerke durch die Flächen.

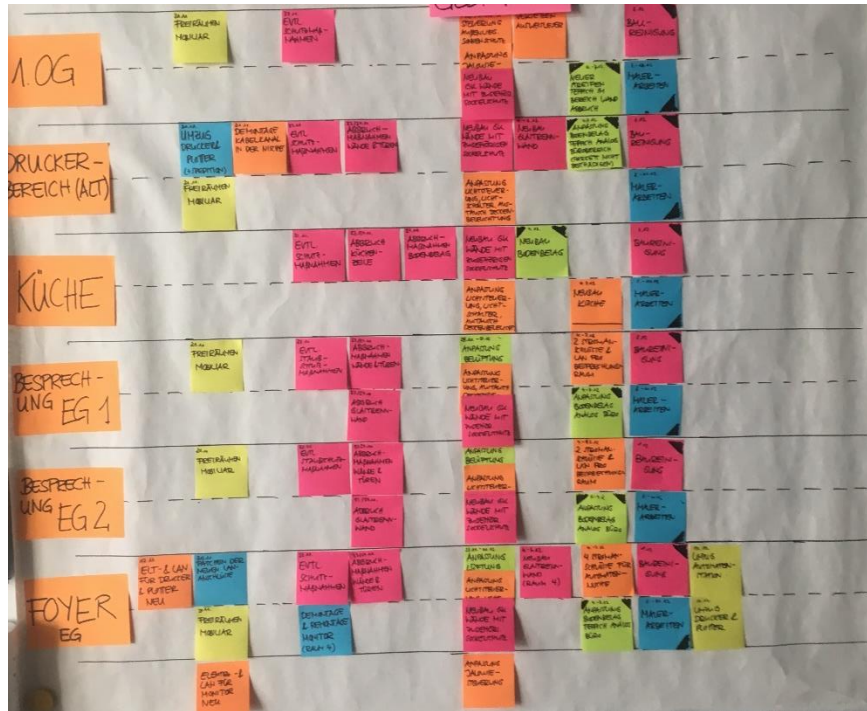


Abbildung 2: Bild der Planungstafel in Vorbereitung des Planungsworkshops

5.2 Produktionsplanung

Zu Beginn des Projekts wurde mit den Vertretern aller Gewerke ein einstündiger Workshop durchgeführt. Dieser fand direkt auf der Projektfläche statt, so dass das Projekt währenddessen bemustert werden konnte. Innerhalb des Workshops wurde der Ausdruck „Lean Management“ bewusst nicht erwähnt, um keine Ablenkung durch die Verwendung von unbekanntem Fachvokabular hervorzurufen, und da der Schulungsbedarf aufgrund der Projektgröße so gering wie möglich gehalten werden sollte. Es wurde der Ausdruck „flächenbezogene Terminplanung“ verwendet.

Während des einstündigen Workshops besprach die Projektleitung mit den Vertretern der Gewerke den Bauablauf je Bereich. Die Gewerke erhielten die Möglichkeit, noch nicht berücksichtigte Tätigkeiten einzufügen und Bauzeiten nach ihren Erfahrungswerten einzuplanen bzw. anzupassen. Dabei wurden stets die Prioritäten des Bauherrn und die Abhängigkeiten der Bereiche beachtet (bspw. TB1 zu TB5). Durch das gemeinsame Kleben der Haftnotizen mit einem eindeutigen Raum-Zeit-Bezug konnten Abhängigkeiten der Gewerke und notwendige Vorleistungen direkt zu Beginn geklärt werden. Des Weiteren stärkt das selbstständige Kleben der Arbeiten das Engagement zur rechtzeitigen und vollständigen Durchführung. Freiräume auf dem Brownpaper zeigen transparent Zeit- und Raumpuffer auf. Diese Puffer dienen den Unternehmen dazu, ihre Tätigkeiten flexibel mit anderen Baustellen zu

koordinieren ohne den Projektfortschritt zu behindern. Weiter können aus diesen Puffern Flächen identifiziert werden, die als Lagerfläche dienen können.

Im Rahmen des Workshops wurde insgesamt ein Zeitpotenzial von 25% (von vier auf drei Wochen Umbau) aufgedeckt. Des Weiteren konnte im Vergleich zu der ursprünglich geplanten Zeit die Ausführungszeit der priorisierten Küche um 65% reduziert werden. Neben den aufgedeckten Zeitpotenzialen wurde ein transparenter und realisierbarer Bauablauf mit einer Vorabbeseitigung aller Konflikte in einer kollaborativen Atmosphäre aufgebaut.

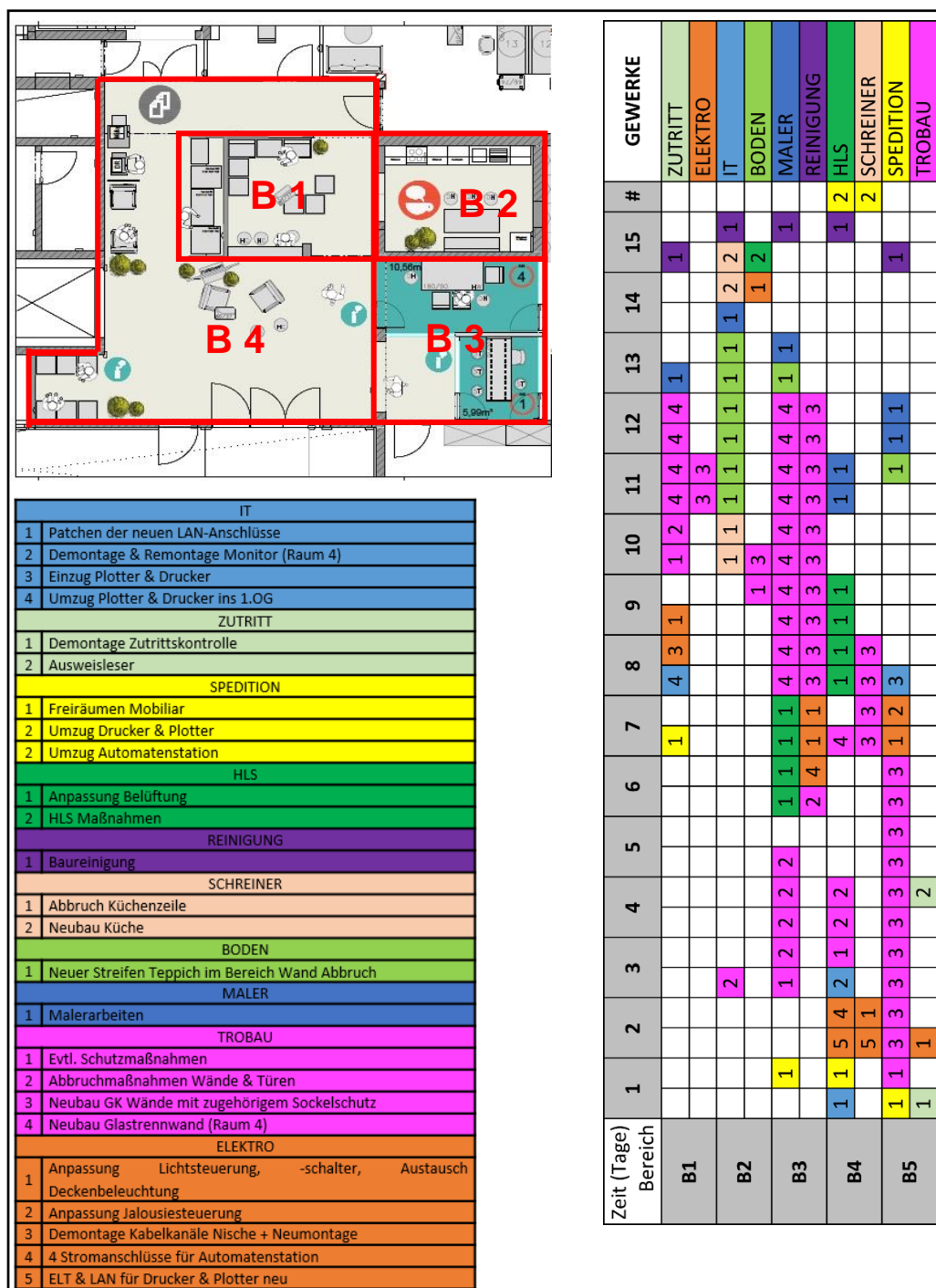


Abbildung 3: Finalisierter Terminplan nach dem Planungsworkshop

5.3 Durchführung und Produktionssteuerung

Die Ergebnisse der Produktionsplanung wurden auf der Projektfläche an einem direkt ersichtlichen Ort aufgehängt. So konnte jeder Mitarbeiter jederzeit die aktuell auszuführenden Tätigkeiten, den Baufortschritt sowie eine Vorausschau der kommenden Tätigkeiten einsehen. Durch die geringe Anzahl beteiligter Firmen, die zeitgleich auf der Projektfläche tätig sind, wurden direkte Abstimmungen zwischen den Gewerken und der Projektleitung durchgeführt sowie aktuelle Herausforderungen diskutiert.

Zur Produktionssteuerung wurden zum Ende eines Arbeitstages die geplanten Tätigkeiten kontrolliert und der Baustellenfortschritt dokumentiert. Hierzu wurde die Ergebniskennzahl zur „prozentualen Einhaltung des Plans“ (PEP) erhoben: Sie zeigt das Verhältnis der erfolgreich durchgeführten Aktivitäten über die Projektfläche im Verhältnis zu den geplanten Tätigkeiten an (vgl. Abbildung 4). Bei Projektstart gab es größere Abweichungen, die sich jedoch im Zeitverlauf reduziert haben. Zu Beginn der Bauarbeiten wurden teilweise Arbeiten vorgezogen, so dass eine Einhaltung des Plans über 100% erreicht wurde. Durch den kurzzyklischen Leistungsfortschritt konnten Änderungen im Bauablauf frühzeitig den Folgegewerken kommuniziert werden, so dass diese ihre parallelen Bautätigkeiten entsprechend einplanen konnten. Als weiteres zusätzliches Mittel der Motivationsförderung diente die freie Bereitstellung von Kaffee für alle Beteiligten, die als Zeichen der Wertschätzung seitens des Bauherrn diente und eine angenehme Atmosphäre zur Diskussion schaffte.

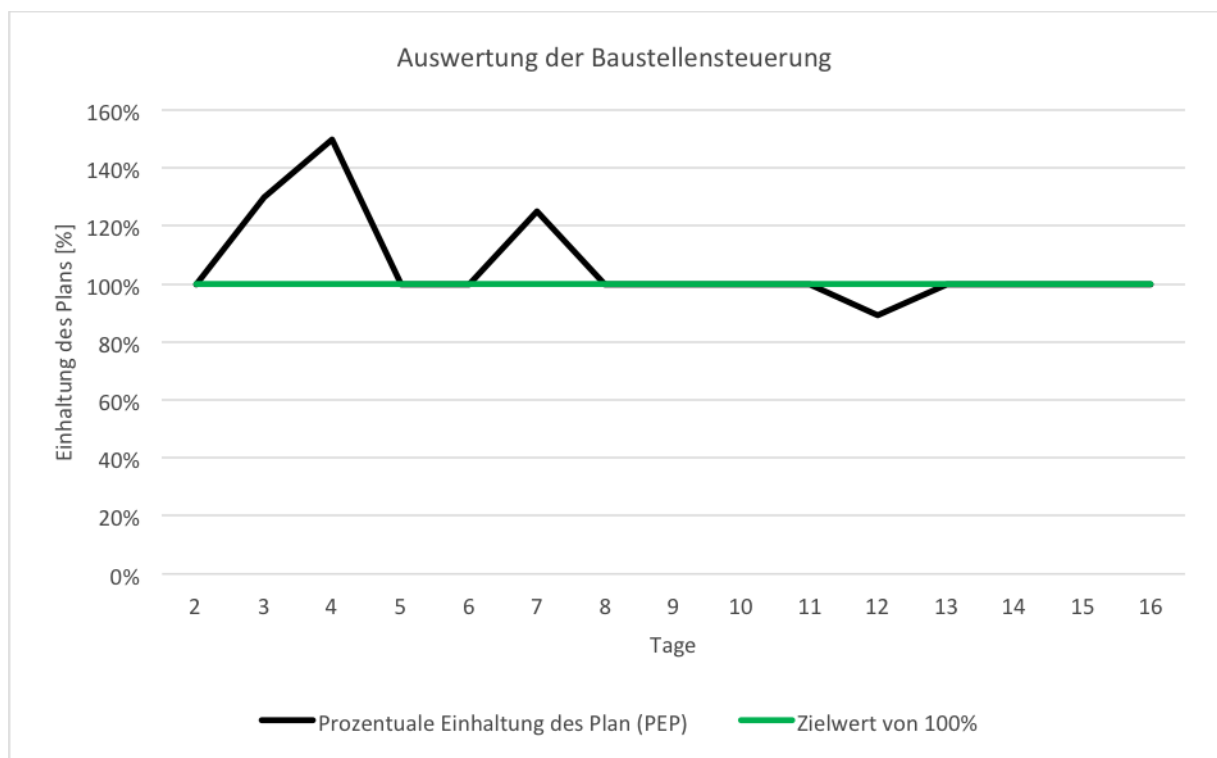


Abbildung 4: Prozentuale Einhaltung des Plans (PEP) als Ergebniskennzahl der Produktionssteuerung

6 Potentiale und Ausblick

Nach Projektabschluss wurden mit allen Projektbeteiligten die Vorgehensweise und dadurch entstandene Potenziale aufgenommen und ausgewertet. Aus Sicht des Bauherrn führte die Transparenz der Baumaßnahmen und des Baustellenfortschritts zu einer verbesserten Kommunikation im Vergleich zu anderen konventionell geplanten Bauprojekten. Weiter wurde dadurch zwischen dem Kunden und dem Projektteam Vertrauen in die Zusagen hinsichtlich der Baumaßnahmen aufgebaut. Die detaillierte Raum-Zeit-Planung zeigte außerdem lärmintensive Tätigkeiten auf, so dass frühzeitig Ersatzflächen beschafft werden konnten. Durch den Flächenbezug wurde zum einen die nutzungsbeschränkte Zeit der durch den Kunden priorisierten Küche aufgezeigt und zum anderen wurden die anschließenden Möblierungsprozesse direkt eingeplant. Die Projektlaufzeit des gesamten Umbaus wurde um 25% reduziert, in der durch den Bauherren priorisierten Küche sogar um 65%. Die Arbeiten der Objektüberwachung wurden durch Schaffung eines gemeinsamen Zielbildes und durch die Einbindung aller Gewerke vereinfacht. Letzteres führte dazu, dass Hindernisse bereits vor Projektstart beseitigt werden konnten. Zudem konnte der Leistungsfortschritt durch die enge Raum-Zeit-Verknüpfung mit der Ergebniskennzahl des PEP innerhalb weniger Minuten aufgenommen werden. Aus der Sicht der für die Gewerke verantwortlichen Unternehmen diente deren direkter Einbezug der Kollaboration, so dass für das Projekt möglichst kurze Ausführungszeiträume geplant und auch eingehalten werden konnten. Durch das Aufzeigen von Abhängigkeiten in der Prozesssequenz und eventueller Zeitpuffer wurden wichtige Tätigkeiten des untersuchten Projektes neben anderen parallelen Projekten der beteiligten Unternehmen entsprechend beachtet.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Transparenz, Kommunikation und Kollaboration als großer Vorteil gesehen wurden. Durch die Abstimmung unter den Gewerken konnten sogar zusätzliche Kosten- und Zeitersparnisse im Sinne des Bauherrn realisiert werden.

Langfristig bieten die Erkenntnisse aus dem beschriebenen Projekt Anlass zur Durchführung weiterer Analysen und zur Durchführung weiterer Projekte ähnlicher Art. Noch auszuführende Kleinbauprojekte könnten dazu genutzt werden, um einen direkten Vergleich zwischen der Projektabwicklung mit und ohne die oben beschriebenen Maßnahmen durchzuführen. Hieraus können klare Vorgehensweisen und Methodiken für die zukünftige Abwicklung solcher Projekte erarbeitet werden.

Des Weiteren könnte die Realisierung auf einer Multiprojektebene weitere Potenziale hinsichtlich der Schaffung von Transparenz für den Projektleiter und eine projektübergreifende Beauftragung der Gewerke eröffnen. Auf diese Weise könnten Ressourcen- und Flusseffizienz weiter optimiert werden und eine Win-Win-Situation für Bauherren und die weiteren Projektbeteiligten geschaffen werden. Hierbei wäre der mit der beschriebenen Vorgehensweise einhergehende Planungsaufwand kritisch zu prüfen. Die Ausführungen zeigen jedoch, dass großes Potential besteht, dass die beschriebenen positiven Effekte für die Projektbeteiligten die höhere Planungszeit überwiegen.

Literaturverzeichnis

Ballard/Howell (2003)

Ballard, Glenn; Howell, Gregory A.: Lean project managemt. In: Building Research and Information, 2003. 31(2). S. 119-133.

Bielefeld/Wirths (2010)

Bielefeld, Bert; Wirths, Mathias: Entwicklung und Durchführung von Bauprojekten im Bestand Analyse – Planung – Ausführung. Wiesbaden: Vieweg + Teubner, 2010.

BMUB (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau- und Reaktorsicherheit) (2014)

Leitfaden Nachhaltiges Bauen. 2. aktualisierte Auflage. Wiesbaden: Vieweg + Teubner, 2010. Abgerufen am 15.03.2018 unter www.nachhaltigesbauen.de.

Clade (2015)

Clade, Harld: Ziel- und Gesamtplanung: Voraussetzungen und Realisierung. In: das Krankenhaus, 2, 2015, S. 174-176.

Howell (1999)

Howell, Gregory A.: What is Lean Construction?. In: 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Berkeley USA, 1999. S. 1–10.

Kraus (2015)

Kraus, Andreas: Baumaßnahmen im laufenden Betrieb: Qualität und Sicherheit im Blick, 2015. Abgerufen am 15.03.2018 unter <https://www.hcm-magazin.de/baumassnahmen-im-laufenden-betrieb-qualitaet-und-sicherheit-im-blick/150/10664/266809>.

Modig/Ählström (2015)

Modik, Niklas; Ählström, Pär: Das ist Lean – Die Auflösung des Effizienzparadoxons, 2015. Rheologica Publishing, 2015.

Schneider (2010)

Schneider, Roland: Durchführung von Projekten im Bestand Planung- und Bauprozesse. In: Bielefeld, Bert; Wirths, Mathias: Entwicklung und Durchführung von Bauprojekten im Bestand – Analyse – Planung – Ausführung. Wiesbaden: Vieweg + Teubner, 2010.

Wernicke/Lidelöw/Stehn (2017)

Wernicke, Brian; Lidelöw, Helena; Stehn, Lars: Flow and resource efficiency measurement method in off-site production. In: LC3 2017 Volume II – Proceedings of the 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Walsh, K., Sacks, R., Bilakis, I. (Hrsg.). Heraklion, Greece. S. 861–868.

Womack/Jones/Roos (1991)

Womack, James P., Daniel T. Jones und Daniel Roos: The machine that changed the world: how Japan's secret weapon in the global auto wars will revolutionize western industry. New York, NY: HarperPerennial, 1991.

Womack/Jones (2013)

Lean Thinking Ballast abwerfen, Unternehmensgewinne steigern. 3. aktualisierte und erweiterte Auflage. Frankfurt/New York: Campus Verlag, 2013.

Würfele/Bielefeld/Gralla (2007)

Würfele, Falk; Bielefeld, Bert; Gralla, Mike: Bauobjektüberwachung – Kosten – Qualität – Termine – Organisation – Leistungsinhalt – Rechtsgrundlagen – Haftung – Vergütung. Wiesbaden: Friedr. Vieweg & Sohn, 2007.

Zollondz (2013)

Zollondz, Hans-Dieter: Grundlagen Lean Management – Einführung in Geschichte, Begriffe, Systeme, Techniken sowie Gestaltungs- und Implementierungsansätze eines modernen Managementparadigmas. Edition Management. München: Oldenbourg Verlag, 2013.

Impact Investing: Wirkungsorientiertes Investieren im Immobilienbereich

S. Peuker

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141159-0>

Swaantje Peuker, M.Sc.

Institut für Bauwirtschaft und Baubetrieb

Lehrstuhl für Infrastruktur- und Immobilienmanagement

Technische Universität Braunschweig

swaantje.peuker@tu-braunschweig.de

Inhalt

1	Einleitung	246
2	Impact Investing	246
2.1	Begrifflichkeiten	246
2.2	Anlagemöglichkeiten.....	247
2.3	Impact Investing im Immobilienbereich	249
3	Beispiel: Das Gundeldinger Feld in Basel	250
3.1	Das Projekt	250
3.2	Investoren, Banken und Aktionäre	250
3.3	Die Mieter	251
3.4	Vertrauen, Verträge und „not for profit“-Verpflichtung.....	251
4	Zusammenfassung	251
5	Ausblick: Bedeutung für den Wohnungsbau.....	252

1 Einleitung

Bei Kapitalanlagen steht für private Investoren zunächst die finanzielle Rendite an erster Stelle ihrer Kapitalanlageziele. Soziale und ökologische Ziele werden von wohlhabenden Investoren häufig getrennt vom Investmentprozess als philanthropische Spenden an gemeinnützige Organisationen verfolgt. In jüngster Zeit steigt das Bewusstsein der Investoren für nachhaltiges Investieren. Unter den Anlegern setzt sich die Einsicht durch, dass sie Teil eines komplexen Systems sind. Ihr wirtschaftliches Handeln hat unmittelbaren Einfluss auf soziale und ökologische Aspekte, sodass Investoren nachhaltige Ziele in die Investmententscheidung einfließen lassen müssen.¹

Das Global Impact Investing Network beziffert das Gesamtvolumen des im Bereich Impact Investing verwalteten Vermögens für das Geschäftsjahr 2016 auf 114 Billionen USD.² Zum Vergleich: die gesamten Assets under management aller Finanzinvestitionen - also inklusive Impact Investments - betrugen im selben Zeitraum 81,2 Trillionen USD.³ Impact Investments machen demnach nur 0,14% des gesamten verwalteten Vermögens aus. Jedoch ist im Impact Investing Markt ein starkes Wachstum zu verzeichnen. So betrugen die Neuinvestitionen 2016 mit ca. 22 Billionen USD knapp 20 Prozent des gesamten Marktvolumens. Die Höhe des neu investierten Kapitals ist gegenüber 2015 sogar um 45% angestiegen, ein weiteres deutliches Indiz für einen Markt im Aufschwung.⁴

2 Impact Investing

Impact Investing heißt übersetzt „wirkungsorientiertes Investieren“. Es umfasst eine Investitionsmöglichkeit, welche eine positive soziale Wirkung und eine finanzielle Rendite miteinander verknüpft.⁵ Die Investitionen werden gezielt in wirkungsorientierten Organisationen oder Unternehmen getätigt in Form von beispielsweise dem Bau von Schulen in Entwicklungsländern oder der Aufbereitung von Schmutzwasser.⁶ Wirkungsorientierte Unternehmen sind nicht mit nachhaltigen Unternehmen gleichzusetzen.

Im Fokus der Tätigkeiten wirkungsorientierter Unternehmen stehen messbare, positive soziale Wirkungen. Bei nachhaltigen Unternehmen steht die Art des Wirtschaftens im Vordergrund.⁷ Um den Investmenterfolg nachweisen zu können, müssen die Wirkungsziele messbar sein.⁸

2.1 Begrifflichkeiten

Unter der Wirkung wird die Veränderung verstanden, die ein Investor mit seiner Investition bei einer Zielgruppe oder der Gesellschaft bewirkt. Abbildung 1 zeigt die unterschiedlichen

¹ Vgl. Weber et al. (2014), S. II

² Vgl. GIIN (2017), S. XI

³ Reuters (2017)

⁴ GIIN (2007) S. XI und GIIN (2016), S. II

⁵ Vgl. Weber (2012), S. 8

⁶ Vgl. Wohleb (2012)

⁷ Vgl. Phineo 2017, S. 7

⁸ Vgl. Weber (2012), S. 8

Wirkungsebenen. Dort entspricht der Begriff Impact der gesellschaftlichen Wirkung, Outcome der Wirkung in Bezug auf die Zielgruppen und Output den Angeboten und Maßnahmen.⁹

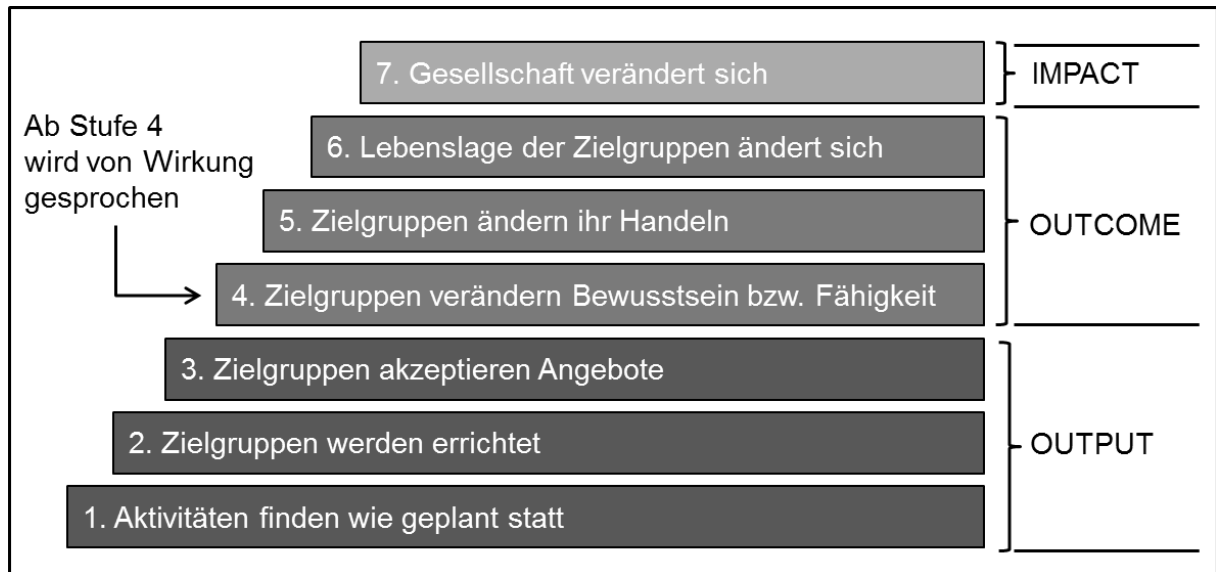


Abbildung 1: Wirkungstreppe des Impact Investments¹⁰

Mögliche Investoren von Impact Investments können der Staat, Family Offices, Stiftungen, Non-Profit-Organisationen und institutionelle Organisationen sein. Als Empfänger eines Impact Investments kommen Private Organisationen, Öffentliche Einrichtungen, Non-Profit-Organisationen sowie hybride Organisationen infrage. All diese sozial-motivierten Organisationen weisen eine große Heterogenität in Bezug auf Rechtsform, Finanzierung und Themenbereiche auf.¹¹

2.2 Anlagemöglichkeiten

Wirkungsorientierte Investitionen können weltweit getätigt werden. Dabei steht es Investoren frei, ob sie eine Investition in Entwicklungs- und Schwellenländern oder in einem Industriestaat vornehmen möchten.¹² Der Grund für die Einteilung in diese beiden Kategorien beruht auf den regionalen Disparitäten sowie der Motivation der Investoren.¹³ Des Weiteren können verschiedene Wirkungsbereiche für die Investition gewählt werden. Zu den größten sozialen Sektoren zählen z. B. Bildung und Beschäftigung, Clean Tech und erneuerbare Energien, Fairer Handel und ethischer Konsum sowie sozialer und ökologischer Wohnungsbau.¹⁴

⁹ Vgl. Phineo (2017), S. 18

¹⁰ Eigene Abbildung nach: Phineo (2017), S. 18

¹¹ Vgl. Weber (2012), S. 25

¹² Vgl. Phineo 2017, S. 13

¹³ Vgl. Weber (2012), S. 10

¹⁴ Vgl. Phineo (2017), S. 12

Wie in Tabelle 1 dargestellt, bietet das Impact Investing Investoren alle möglichen Anlageklassen als Anlageform.

Tabelle 1: Anlageklassen des Impact Investings¹⁵

Anlageklasse	Beispiel
Liquide Mittel	Immobilien
Aktien	Aktien(-fonds) in wirkungsorientierte Unternehmen, z.B. Gesundheitswesen, „Green Tech“
Festverzinsliche Wertpapiere/ Rentenpapiere	Anleihen, die zu festgelegten Stichtagen eine vorab festgelegte Verzinsung auszahlen, z.B. „Green Bonds“ oder Mikrofinanzfonds
Hybride Finanzierungsformen	Mischformen von Spenden und Investitionen, z.B. Garantien, Social Impact Bonds
Privates Eigen- oder Fremdkapital	Investitionen in wirkungsorientierte Unternehmen (Direktinvestition oder durch einen Fonds)
Immobilien	Immobilien mit sozialen Nutzungskonzepten z.B. Pflegeheime oder sozialer Wohnungsbau

Studien des Global Impact Investing Network haben belegt, dass durch Impact Investing marktübliche Renditen erreicht werden können.¹⁶ Eine verbreitete Form der Anlage ist ein Portfolio mit Investments in unterschiedliche Anlageklassen. Am häufigsten nutzen Investoren beim Impact Investing Aktien, Anleihen und Immobilien.¹⁷ Ein Impact Investment kann demnach als Direktinvestition oder als Investition durch einen Fonds durchgeführt werden. Direktinvestitionen ermöglichen eine unmittelbare Steuerung der Wirkung, erfordern jedoch auch Ressourcen und Erfahrungen. Für unerfahrene Investoren bietet es sich an, das Know-How und die Dienstleistungen eines Fondsmanagers bei einem Fonds in Anspruch nehmen. Allerdings werden bei dieser Anlagemöglichkeit häufig hohe Mindestinvestitionen vorausgesetzt.¹⁸

Neben den bekannten Finanzierungsmöglichkeiten können erfolgsabhängige Finanzierungsinstrumente, wie z.B. Social Impact Bonds, eingesetzt werden. Bei dieser Variante ist die Rendite abhängig von der sozialen Wirkung des Investments und wird über Dritte z.B. dem Staat ausgezahlt. Voraussetzungen für die Auszahlung sind die Wirksamkeit der Investition sowie damit einhergehende Einsparungen bei der dritten Partei. Ein großer Vorteil der erfolgsabhängigen Finanzierung besteht darin, dass auch soziale Projekte mit Kapital unter-

¹⁵ Vgl. Phineo (2017), S. 13

¹⁶ Vgl. GIIN (2017), S. 3

¹⁷ Vgl. Phineo 2017, S. 13

¹⁸ Vgl. Phineo (2012), S. 14

stützt werden können, für die eine eigenständige wirtschaftliche Tragfähigkeit aussichtslos ist. Diese Projekte kämen für eine übliche gewinnabhängige Finanzierung nicht in Betracht.¹⁹

Unabhängig von der verwendeten Anlageklasse findet der Investitionsprozess beim Impact Investing wie folgt statt. Im ersten Schritt, dem Deal Sourcing, werden Investitionsmöglichkeiten mit hohem Wirkungspotenzial und passenden Wirkungszielen gesucht. Der zweite Schritt umfasst eine umfangreiche Risikoanalyse der potenziellen Investitionsempfänger. Dabei werden unter anderem die Wirkungschancen und -risiken, die Tragfähigkeit des Geschäftsmodells sowie die Finanzen untersucht. Nach erfolgter Due Diligence finden Verhandlungen über die Konditionen der Wirkungsziele statt. Als Messinstrument für den Erfolg werden Key Performance Indicators festgelegt. Des Weiteren werden Regelungen getroffen, um eine Abweichung der festgelegten Wirkungsziele zu unterbinden. Mithilfe eines regelmäßigen Monitorings werden die erzielten Wirkungen mit den vereinbarten Wirkungszielen verglichen. Abschließend folgt die Suche potentieller Käufer.²⁰

2.3 Impact Investing im Immobilienbereich

Beim Impact Investing im Immobilienbereich wird angestrebt, mit dem Investment eine finanzielle Rendite und gleichzeitig eine ökologische und soziale Wirkung zu erreichen. Die Strategie umfasst die Realisierung ökologischer „grüner“ Immobilien, erschwinglichen Wohnraums und nachhaltiger Gemeinden. Hinzukommt, dass neben dem Vermögenswert auch die Nutzer einer Anlage eine direkte positive Wirkung erfahren.²¹

Bei der Umsetzung „grüner“ Immobilien liegt der Fokus darauf, ökologische, nachhaltige Grundlagen in Projekte zu integrieren. Das Ziel besteht darin, eine Anlage zu schaffen, die die heutigen Baustandards hinsichtlich Energie- und Ressourceneffizienz sowie Reduzierung von Verschwendungen übertrifft. Es wird demnach eine ökologische Wirkung angestrebt.²²

Strategien zu erschwinglichem Wohnraum legen den Schwerpunkt auf das Unterhalten erschwinglicher Gebäude. Das Ergebnis soll sein, Wohnraum für unterversorgte Bevölkerungsgruppen bereitzustellen. Investments in bezahlbaren Wohnraum haben soziale Wirkungen.²³

Die Entwicklung nachhaltiger Gemeinden setzt den Fokus auf das Gestalten und Bauen von Anlageimmobilien, die das Wachstum der Umgebung unterstützen sollen. Ziel ist, Projekte umzusetzen, die mit den Vorschlägen der örtlichen Gemeinde gestaltet werden, Plätze für öffentliche Veranstaltungen zu schaffen und die Bedürfnisse der Gemeinde zu berücksichtigen. Mit dieser Investitionsstrategie kann sowohl ökologische als auch soziale Wirkung erzielt werden.²⁴

¹⁹ Vgl. Weber (2012), S. 12

²⁰ Vgl. Phineo (2017), S. 33 f.

²¹ Vgl. APPA Real Estate (2018)

²² Vgl. APPA Real Estate (2018)

²³ Vgl. APPA Real Estate (2018)

²⁴ Vgl. APPA Real Estate (2018)

3 Beispiel: Das Gundeldinger Feld in Basel

In der Schweiz - dem Land der Banken und Investoren - finden sich auch Großprojekte mit sozialen und ökologischen Aspekten, wie das Gundeldinger Feld.

3.1 Das Projekt

Das Gundeli ist eines der am dichtesten bevölkerten Quartiere Basels. Seit 1889 wurden hier Hochleistungskompressoren produziert, bevor sich das Unternehmen 1999 für einen Standortwechsel und einen damit einhergehenden Verkauf des Grundstücks entschied. Ein dreiköpfiges Architektenteam unter Barbara Buser beschloss das Projekt eines Wohnzimmers fürs Quartier zu entwickeln und gründete zusammen mit zwei Quartiersbewohnern im Jahr 2000 die Kantensprung AG. Im November 2000 und insgesamt nur elf Monate nach Bekanntgabe der Verkaufsabsicht wurde die Gundeldinger Feld Immobilien AG von drei Privatpersonen und drei Pensionskassen gegründet. Diese kaufte die 12.700 Quadratmeter große Liegenschaft und trat sie der Kantensprung AG im Erbbaurecht ab.²⁵

Das Areal im Zentrum des Quartiers mit seinen verschiedenen Gebäudetypologien von Hallen, Büroräumen, Werkstätten ermöglicht eine vielfältige Um- und Weiternutzung. Von Anfang an wurden die Be- / und Anwohner sowie Mitglieder des Quartiersvereins in den gesamten Prozess einbezogen durch z. B. zwei große Informationsveranstaltungen und kleine Einzelveranstaltungen (Pflanzen sammeln, Saal betreiben, Flohmarkt organisieren). Hierdurch wurde eine hohe Toleranz erwirkt, selbst wenn z. B. auf Veranstaltungen Konflikte auftreten. Viele sind sogar bereit, der Kantensprung AG Darlehen zu gewähren, um den weiteren Ausbau der Räume zu finanzieren.²⁶

3.2 Investoren, Banken und Aktionäre

Ausschlaggebend für den Beginn des Projektes war das Vertrauen der Investoren, welche das Land kauften und der Kantensprung AG auf 90 Jahre im Erbbaurecht abgaben. Des Weiteren stellten diese ein Anfangskapital von zwei Millionen Schweizer Franken als nachrangiges Darlehen zur Verfügung. Die gesamte Bausubstanz wurde zu einem symbolischen Franken übernommen. Laut Schätzung der Bank hatten die Gebäude einen Wert von 4 Millionen Schweizer Franken, ein Abbruch hätte Kosten von 2 Millionen Schweizer Franken verursacht. Aufgrund des Baurechts und des geschätzten Gebäudewerts finanzierte eine Bank die ersten Umbauten. Zwei Jahre später konnte sie das Finanzrisiko nicht weiter eingehen und die Alternative Bank Schweiz finanzierte das Projekt weiter.²⁷

Die fünf Aktionäre der Kantensprung AG haben je 20.000 Schweizer Franken investiert und sind gleichberechtigte Verwaltungsräte und Mitglieder der Geschäftsleitung. Drei der fünf sind Architekten. Mit ihnen als Bauherren konnten ungewohnte und kostengünstige Lösungen realisiert werden.²⁸

²⁵ Vgl. Bauwelt (24/2016), S. 54

²⁶ Vgl. Bauwelt (24/2016), S. 54

²⁷ Vgl. Bauwelt (24/2016), S. 59

²⁸ Vgl. Bauwelt (24/2016), S. 59

3.3 Die Mieter

Aufgrund des freiwilligen Verzichts der Kantensprung AG auf gänzlichen Profit aus der Vermietung sind Mieten unter dem Marktpreis möglich. Im Erbbaurechtsvertrag ist die Hauptnutzung als Quartierszentrum festgelegt. Mit den gemäßigten Mieten werden identitätsstiftende Aktivitäten unterstützt. Gefördert werden Jungunternehmen, welche Räume beispielsweise ohne Kautions- oder andere Sicherheiten mieten und in Selbsthilfe ausbauen können. Ausgewählt werden die Mieter nach den Kriterien der Quartiersrelevanz, wie Integration und Nachhaltigkeit. Zurzeit gibt es über 70 Mieter, unter anderem eine Kinderzirkusschule, ein Familienzentrum, eine Quartiersbibliothek, eine Kletterhalle, ein Backpacker Hostel, Veranstaltungsräume, Restaurants und Bistros, Praxisräume und Werkstätten.²⁹

3.4 Vertrauen, Verträge und „not for profit“-Verpflichtung

Durch eine innere Straße zum Queren des Areals werden Transparenz und Akzeptanz der Projektentwicklung gefördert. Allen Quartiersbewohnern wird die Teilnahme an Aktivitäten ermöglicht, wie beispielsweise Veranstaltungen, Ausstellungen, Märkten. Das Gundeldinger Feld ist zu einem festen Bestandteil des Quartiers geworden.³⁰

Entscheidend für die erfolgreiche Projektentwicklung waren eine Eigenverantwortung der Initiatoren, das beiderseitige Vertrauen zwischen Eigentümer und Trägerschaft, langfristig abgeschlossene Verträge und eine „not for profit“-Selbstverpflichtung. Die Kantensprung AG trägt sich selbst, wirft aber keinen Gewinn ab. Im Jahr 2015 wurde die Kantensprung Stiftung gegründet, mit der ähnliche Vorhaben in anderen Städten und Ländern gefördert werden sollen.³¹

4 Zusammenfassung

Wirkungsorientiertes Investieren gewinnt zunehmend an Bedeutung. Es umfasst eine messbare Investitionsmöglichkeit, die eine positive soziale Wirkung und eine finanzielle Rendite miteinander verknüpft.

Bezüglich der Rechtsform, der Finanzierung und des Themenbereichs weisen sowohl die Investoren als auch die Empfänger von Impact Investments eine große Vielfalt auf. Mögliche Investoren können beispielsweise der Staat, Family Offices, Stiftungen, Non-Profit-Organisationen und Institutionelle Organisationen sein. Als Empfänger kommen Private Organisationen, Öffentliche Einrichtungen, Non-Profit-Organisationen sowie hybride Organisationen in Betracht. Je nach Motivation können Impact Investments weltweit in Entwicklungs- und Schwellenländern oder Industriestaaten vorgenommen werden. Zu den größten Wirkungsbereichen zählen Bildung und Beschäftigung, Clean Tech und erneuerbare Energien, Fairer Handel und ethischer Konsum sowie sozialer und ökologischer Wohnungsbau. Die am häufigsten verwendeten Anlageklassen sind Aktien, Anleihen und Immobilien, wobei grundsätzlich alle genutzt werden können.

²⁹ Vgl. Bauwelt (24/2016), S. 59

³⁰ Vgl. Bauwelt (24/2016), S. 59

³¹ Vgl. Bauwelt (24/2016), S. 59

Das wirkungsorientierte Investieren im Immobilienbereich umfasst die Realisierung ökologischer Immobilien, erschwinglichen Wohnraums und nachhaltiger Gemeinden. Neben dem Vermögenswert erfahren auch die Nutzer eine direkte positive Erfahrung. Das aufbauende und fortschrittliche Beispiel des Gundeldinger Felds in Basel zeigt, wie sich eine wirkungsorientierte Investition und ganze Projektentwicklung von rein renditegetriebenen Aspekten lösen und soziale sowie ökologische Aspekte berücksichtigen kann.

5 Ausblick: Bedeutung für den Wohnungsbau

In zahlreichen deutschen Wachstumsregionen ist bezahlbarer Wohnraum inzwischen nicht nur für einkommensschwächere, sondern auch für mittlere Haushaltseinkommen knapp. Der Markt soll mehr Wohnungsneubauten zu geringeren Kosten schaffen. Allerdings entstehen neue Wohnungen wegen der weiterhin hohen Grundstücks- und Baukosten sowie der hohen Renditeerwartungen von Investoren und privaten Wohnungsunternehmen vorwiegend im Hochpreissegment.

Eine bezahlbare Wohnraumversorgung für alle Bevölkerungsschichten vor allem in den angespannten Wohnungsmarktregionen muss langfristig gesichert werden. Die meisten Bundesländer sind nicht in der Lage, ausreichend geförderten Wohnungsbau zu schaffen. Mit der Schuldenbremse ab 2020 wird sich dies noch verschärfen. Für die Wohnungspolitik ist eine Langfristperspektive notwendig. Um den durch eine erhöhte Nachfrage verursachten Miet- und Preissteigerungen wirkungsvoll zu begegnen, ist in erster Linie ein ausreichendes zusätzliches Wohnungsangebot erforderlich. Gleichzeitig stellt sich aber auch die Frage nach einer stärker sozial ausgerichteten Wohnungspolitik und inwiefern dies eher über einen staatlich regulierten und geförderten marktwirtschaftlichen Ansatz oder durch marktfremde Ansätze erreicht werden kann. Hierbei sollte neben den wichtigen, klassischen wohnungswirtschaftlichen Akteuren auch das Potenzial, welches gemeinwohlorientierte Kräfte der Zivilgesellschaft in diese Entwicklung einbringen können, beachtet werden. Der nicht-profitorientierte Sektor muss weiter gestärkt werden, was allerdings ohne private Investitionen nicht möglich ist. Auch die Kommunen brauchen ein ausreichendes Handlungsrepertoire, um genügend Bauland für bezahlbares Wohnen vorzuhalten. Es benötigt daher verschiedene Instrumente, welche die regional sehr differenzierten Wohnungsmärkte berücksichtigen und kurzfristig neue Wohnungen schaffen.

Stiftungen sowie Non-Profit-Akteure verfolgen keine wirtschaftlichen Gewinnziele und dienen beispielsweise sozialen, kulturellen und wissenschaftlichen Zwecken, welche in gemeinnütziger oder eigennütziger Weise verfolgt werden können. Stifter trennen sich in der Regel für immer von ihrem Vermögen und die Stiftung legt das übertragene Vermögen sicher und gewinnbringend an. Die so erwirtschafteten Überschüsse werden für den gemeinnützigen Zweck, welchen der Stifter mit der Gründung bestimmt, ausgegeben.

Genossenschaften verfolgen das Ziel der Förderung ihrer Mitglieder durch einen gemeinschaftlichen Geschäftsbetrieb. Ob die Gemeinnützigkeit auch die Wohnungspolitik umfasst und welche Stiftungen / Non-Profit-Akteure mit einer so hohen Kapitalausstattung versehen sind, dass eine signifikante Investition in den Wohnungsmarkt darstellbar ist, ist zu identifizieren. Eine stärker gemeinwohlorientierte Wohnungspolitik ist entscheidend für den gesellschaftlichen Zusammenhalt in den Städten.

Literaturverzeichnis

APPA Real Estate (2018)

Appa Real Estate Impact Fund: <http://apparealestate.com/impact/>. Tag des Abrufes: 04.05.2018

Bauwelt (24/2016)

Buser, Barbara: Das Gundeldinger Feld in Basel. In Stadtbauwelt; 210 Bauwelt. 107. Jahrgang, Heft 24, 21.06.2016, S. 54-59

GIIN (2016)

Global Impact Investing Network: 2016 Annual Impact Investor Survey. <https://thegiin.org/research/publication/annualsurvey2016>. Tag des Abrufes: 07.05.2018

GIIN (2017)

Global Impact Investing Network: 2017 Annual Impact Investor Survey. <https://thegiin.org/research/publication/annualsurvey2017>. Tag des Abrufes: 27.04.2018

Phineo (2017)

Phineo gemeinnützige AG: Impact Investing für Stiftungen - Ratgeber: Kapitalanlage mit Wirkung und Rendite. <http://www.phineo.org/beratung/wirkungsorientiertes-investieren>. Tag des Abrufes: 27.04.2018

Reuters (2017)

Reuters Business News: Global Assets under management <https://www.reuters.com/article/us-global-funds-aum/global-assets-under-management-hit-all-time-high-above-80-trillion-idUSKBN1CZ11B>, Stand der Seite: 30.10.2017; Tag des Abrufes: 04.05.2018

Weber (2012)

Weber, Melinda: Impact Investing in Deutschland: Bestandsaufnahme und Handlungsweisungen zur Weiterentwicklung. http://www.impactinmotion.com/wp-content/uploads/2013/05/Impact-Investing-in-Deutschland_08052013.pdf. Tag des Abrufes: 03.05.2018

Weber et al. (2014)

Weber, Melinda; Petrick, Stephanie, Mummert, Andreas; Choi, Young-jin; Weimann, Caroline: Impact in Motion: Impact Asset Manager in der DACH-Region. München: 2014

Wohleb (2012)

Wohleb, Dirk: Mit gutem Gewissen investieren. <http://www.manager-magazin.de/politik/deutschland/a-872606.html>. Tag des Abrufes: 03.05.2018

Übersicht zur Anwendung von Automatisierungstechnologien in Bauausführungsprozessen

P. Pietsch | S. Haghsheno

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141201-0>

Paul Pietsch, M.Sc.

Technologie und Management im Baubetrieb (TMB)

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

paul.pietsch@kit.edu

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Kfm. Shervin Haghsheno

Technologie und Management im Baubetrieb (TMB)

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Inhalt

1	Einleitung	256
2	Grundlagen zur Automatisierung	257
	2.1 Begriffsdefinition Automatisierung	257
	2.2 Komponenten von automatisierten Anlagen Steuerung	257
3	Bedeutung von Building Information Modeling für die automatisierte Arbeitsweise	260
	3.1 Definition Building Information Modeling	260
	3.2 BIM als Grundlage für die Anwendung von Automatisierungstechnologien auf Baustellen	260
4	Automatisierungstechnologien in der Baubranche	261
	4.1 Additive Fertigungsverfahren	261
	4.2 Robotik	264
	4.3 Automatisierte Baumaschinen	267
5	Fazit	268
6	Zusammenfassung	269

1 Einleitung

Die Bedeutung der Automatisierung spielt in der globalen Ökonomie eine immer wichtigere Rolle. Sie ist einer der antreibenden Motoren unserer Gesellschaft und vereinfacht das Leben in vielen Bereichen des Alltags.

Abbildung 1 stellt das Produktionswachstum der Automobilindustrie im Vergleich zur Bauindustrie in den 1990er Jahren dar. Deutlich zu erkennen ist der starke Anstieg in der Automobilindustrie Anfang der 1990er Jahre. Die Gründe des Anstieges liegen im erstmaligen Einsatz von Industrierobotern bei der durchgängigen Bearbeitung von einfachen und serienmäßigen Arbeitsschritten.¹ Er führte dazu, dass Automobile in wesentlich kürzerer Zeit, ressourceneffizienter und damit auch kosteneffizienter hergestellt werden konnten.

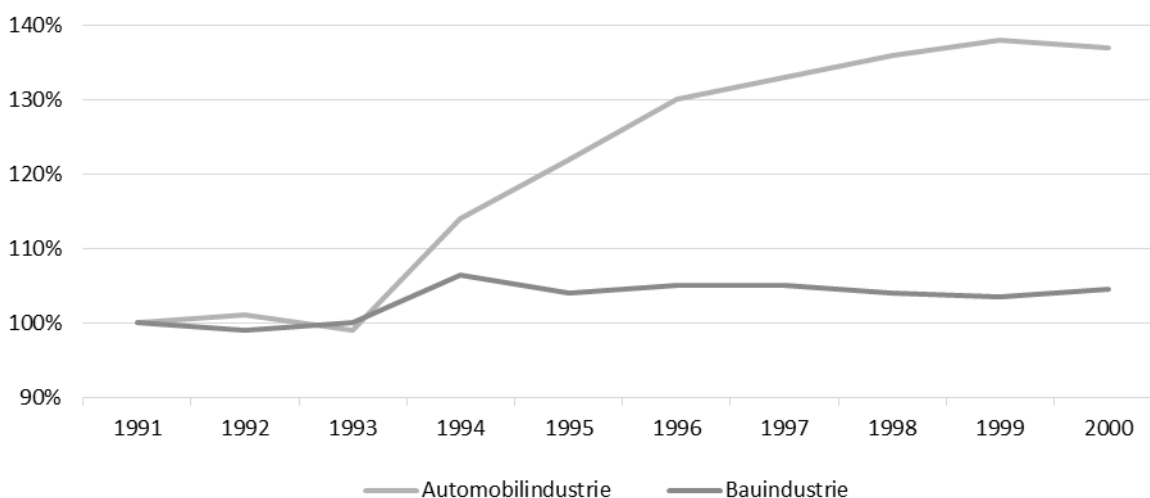


Abbildung 1: Produktivität der Bau- und Automobilindustrie in Europa in den 1990er Jahre (Balaguer und Abderrahim 2008)

Die Anwendung von Automatisierungstechnologien in der stationären Industrie konnte sich damals aufgrund der Produktmerkmale besser etablieren als in der Baubranche: Zum einen ist eine automatisierte Produktion von sich wiederholenden Produktionsprozessen, die bei einer Serienfertigung vorzufinden sind, technologisch einfacher umzusetzen. Zum anderen ermöglicht die Massenfertigung von Produkten eine wirtschaftliche Anwendung von Automatisierungstechnologien. Ansätze in der Baubranche, Automatisierungstechnologien einzusetzen, gibt es in Deutschland kaum. Das Bauwesen ist besonders durch Unikatbauwerke sowie sich ändernde Arbeitsstätten mit z.T. unbekannten Gegebenheiten (z.B. Witterung, Bodenbeschaffenheit, etc.) charakterisiert. Diese Randbedingungen erschweren den wirtschaftlichen Einsatz von Automatisierungstechnologien.

Die technologische Entwicklung von Baugeräten in jüngster Zeit ermöglicht jedoch zunehmend automatisierte Herstellungsprozesse auch in der Baubranche.

In den folgenden Ausführungen werden die Grundlagen zur Automatisierung in Industrieprozessen dargestellt. Darauf aufbauend werden Möglichkeiten zur Nutzung der BIM-Methode

¹ Balaguer und Abderrahim 2008

für die Automatisierung von Bauprozessen aufgezeigt. Es werden vorhandene Automatisierungstechnologien der Baubranche identifiziert und im Hinblick auf die autonome Arbeitsweise untersucht. Die Untersuchung basiert auf einer deskriptiven Analyse der Automatisierung und einer Internetrecherche, die der Identifikation der Automatisierungstechnologien diene.

2 Grundlagen zur Automatisierung

2.1 Begriffsdefinition Automatisierung

Die DIN IEC 60050-35 definiert die Begriffe *selbsttätig* bzw. *automatisch* wie folgt: „[Selbsttätig] wird ein Prozess oder eine Einrichtung bezeichnet, der oder die unter festgelegten Bedingungen ohne menschliches Eingreifen abläuft oder arbeitet“.² Anderson (1996) hat entsprechend der Tabelle 1 den Grad der Automatisierung festgelegt.

Tabelle 1: Automatisierungsgrad³

Autonome Systeme	Ein Bediener programmiert eine Reihe von Punkten, die z.B. ein Roboter anschließend ausführt.
Teilautomatisierte Systeme	Überlagerung der Eingaben des Bedieners und der Computersteuerung.
Teleoperierende Systeme	Ein Bediener führt alle Aktivitäten des Roboters in Echtzeit über ein Bediensystem aus.

Der höchste Automatisierungsgrad „Autonome Systeme“ sieht vor, dass das System nicht von außen gesteuert wird, sondern in Abhängigkeit seiner Umgebung selbstständig, nämlich autonom reagieren kann.

2.2 Komponenten von automatisierten Anlagen Steuerung

Die Steuerungstechnik basiert auf dem Zustand der inneren Gesetzmäßigkeiten⁴, die ein System mit mehreren Größen als Eingangsgrößen, welche andere Größen als Ausgangsgrößen beeinflussen, beschreiben.⁵ Die Ausgangsgrößen erteilen Befehle an die Aktoren bzw. Maschinenelemente, das Anzeigefeld und weitere Steuerungseinheiten. Die Steuerung befasst sich mit der Aufnahme, Verarbeitung, gegebenenfalls Weiterleitung und Ausgabe dieser Informationen, um gezielte Aufgaben in der Automatisierungstechnik zu gewährleisten.

Regelung

Nach DIN IEC 2007 ist die Regelung ein Vorgang, bei dem eine Größe, die zu regelnde Größe (Regelgröße bzw. Messwert) fortlaufend erfasst und mit einer anderen Größe, der

² Anderson 1996

³ Anderson 1996

⁴ Prozess oder Zustand, der einem bekannten, regelmäßigen, dokumentierten Ablauf entspricht

⁵ Heinrich et al. 2015

Führungsgröße (Sollwert), verglichen und im Sinne einer Angleichung durch den Stellwert an die Führungsgröße beeinflusst wird. In Abbildung 2 wird das Prinzip schematisch dargestellt.

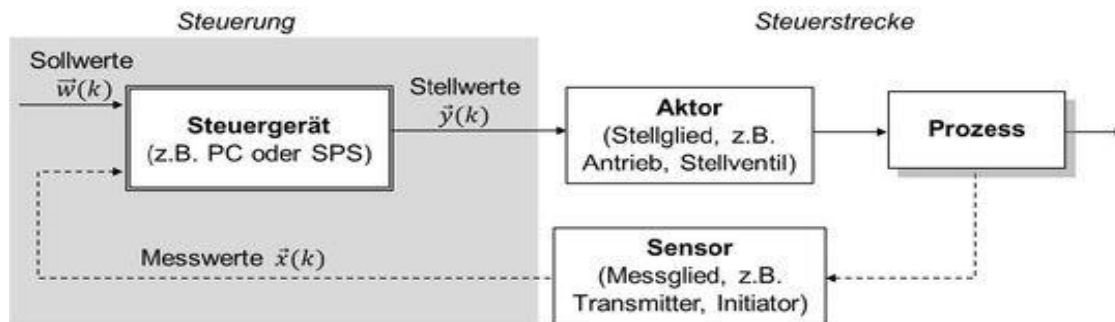


Abbildung 2: Darstellung der Schnittstellen in der Regelungstechnik⁶

Sensorik

Die Sensorik dient der Erfassung unterschiedlicher physikalischer Effekte, die in Form von elektronischen Messgrößen verarbeitet werden.⁷ Technische Systeme einer Sensorik interagieren zunehmend über Feldbusse⁸ und anhand einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) mit anderen Systemen zur Regelung, Steuerung oder Automatisierung von Prozessen. Tabelle 2 listet physikalische Parameter sowie den zugehörigen Sensortyp bzw. das zugehörige Messprinzip, um diese zu ermitteln, auf.

Tabelle 2: Sensorisch erfassbare Messgrößen und die geeigneten Sensormechanismen⁹

Parameter	Sensortyp bzw. Messprinzip
Druck	Dehnungsmessstreifen, Siliziummembran, Oberflächenwellen-Resonator
Kraft	Dehnungsmessstreifen, Siliziummembran, Piezo-Wandler, Oberflächenwellen-Resonator
Position, Weg, Länge	Induktiver oder kapazitiver Näherungsschalter, optische Abtastung, Ultraschall
Geschwindigkeit	Kapazitiver oder induktiver Bewegungsmelder, optische Verfahren, Radar
Beschleunigung	Dehnungsmessstreifen, piezoelektrisch, kapazitiv, induktiv
Bewegung, Annäherung	Radar, Bewegungsmelder, optische und induktive Sensoren
Füllstand	Schwimmerabfrage, kapazitive oder optische Messung, Ultraschall, Wärmeleitung
Drehzahl	Optische und induktive Verfahren
Winkelstellung	Inkrementale oder absolute Messung mittels optischer,

⁶ Hesse und Schnell 2014

⁷ Bernstein 2014

⁸ Ein Feldbus ist ein Bussystem, das in einer Anlage Feldgeräte wie Messfühler (Sensoren) und Stellglieder (Aktoren) zwecks Kommunikation mit einem Automatisierungsgerät verbindet

⁹ Bernstein 2014

Parameter	Sensortyp bzw. Messprinzip
	kapazitiver oder induktiver Sensoren
Drehmoment	Dehnungsmessstreifen, magnetostruktive Sensoren

Das autonome Arbeiten erfordert eine genaue Umgebungswahrnehmung und ein exaktes Orientieren der Baumaschinen oder einzusetzenden Roboter. Zusätzlich müssen zu jederzeit Informationen über das zu verarbeitende Material (Geometrie, Lagerort) vorhanden sein. Hierzu dienen Datenerfassungstechnologien, von denen einige in Tabelle 3 aufgelistet sind.

Tabelle 3: Datenerfassungstechnologien für den Einsatz auf der Baustelle¹⁰

Technologie	Reichweite	Genauigkeit	Kosten	Anwendung
<u>GPS</u>				
Basis	Sehr weit	10 m	Gering	Positionsermittlung, 3D Maschinenkontrolle, Vermessung
Differential	Weit	1 m	Moderat	
Kinematisch	Weit	< 0.05 m	Moderat	
RF / WI-FI, Bluetooth	Weit	2 – 5 m	Moderat	Anlagenüberwachung, Ortung
RF / Breitband	Moderat	0,5 – 1 m	Moderat	Anlagenüberwachung, Ortung
Laser Innenraum GPS (iGPS)	Moderat	0,2 mm	Sehr hoch	3D Maschinenkontrolle
Magnetometer	Weit	> 1 m	Gering	Anlagenüberwachung
Magnetfeld 6D Positionierung	Klein	< 1 mm bis 5 cm	Hoch	Maschinenkontrolle, Anlagenüberwachung
Laser Tachymeter	Weit	1 mm	Moderat	Vermessung, 3D Maschinenkontrolle
	Weit	0.001 mm	Sehr Hoch	
Optische Tracker	Klein (< 10 m)	> 0.001 mm	Hoch	3D Maschinenkontrolle, Qualitätskontrolle
MEMS basierte Inertial Positionierung	Moderat	Ungenauere Werte	Gering	Anlagenüberwachung

Damit in Echtzeit eine situationsbewusste und kontrollierte Herstellungsweise gewährleistet wird, wurde u.a. auch das laserbasierte 3D-Bildgebungssystem, auch unter dem Begriff LIDAR (Light Detection And Ranging) entwickelt.¹¹ Dieses System misst Distanzen zu anderen Objekten und erstellt ein detailliertes Abbild der bestehenden Umgebung in 3D. Diese

¹⁰ Vähä et al. 2013

¹¹ Heinrich et al. 2015

und weitere Technologien werden künftig Schlüsselfaktoren für die autonome Arbeitsweise auf der Baustelle sein.

3 Bedeutung von Building Information Modeling für die automatisierte Arbeitsweise

3.1 Definition Building Information Modeling

Building Information Modeling (BIM) beschreibt eine digitale Methode, der ein dreidimensionales Gebäudedatenmodell (CAD-Modell) mit Informationen zu physikalischen und funktionalen Eigenschaften eines Bauwerks zugrunde liegt.¹² Die BIM-Methode beinhaltet die Aufnahme relevanter Bauwerksdaten aus der Planung, Ausführung und Nutzung, die in einer zentralen Datenbank gespeichert werden. Die zusammengeführten Prozesse in einem BIM-Modell haben das Potenzial die Produktivität, Effizienz, Qualität und Nachhaltigkeit zu verbessern.¹³

3.2 BIM als Grundlage für die Anwendung von Automatisierungstechnologien auf Baustellen

In der stationären Industrie wurde die Planung und Ausführung von automatisierten Herstellungsprozessen anhand der Entwicklung der sogenannten CAx-Systeme und weiterer Systeme möglich. All diese Systeme basieren auf der numerischen digitalen Planung und Steuerung (Numerical Control, NC). In der nachfolgenden Tabelle 4 sind die wichtigsten Abkürzungen dieser Systeme aufgeschlüsselt.

Tabelle 4: Aufschlüsselung der Abkürzungen von CAx-Systemen und weiteren

CNC	Computer Numerical Control (rechnergestützte numerische Steuerung)
CAD	Computer Aided Design (rechnergestützte Konstruktion)
CAM	Computer Aided Manufacturing (rechnergestützte Fertigung)
CAQ	Computer Aided Quality Assurance (rechnergestützte Qualitätssicherung)
CIM	Computer Integrated Manufacturing (computerintegrierte Produktion)

CIM umfasst alle Computertechnologien (CNC, CAD, CAM, CAQ u.w.) der beteiligten Akteure, die den Produktionsbetrieb unterstützen, um den Informationsfluss in der Fertigung zu optimieren.¹⁴ Es legt die einzelnen Schritte für die Werkzeugbewegung in einem Programmcode fest, die ggf. mit einer 3D-Simulation optimiert werden können. Damit ein reibungsloser Ablauf aller Prozesse gewährleistet ist, werden sowohl in der Planung als auch bei der Fertigung über ein CAQ-Programm kontinuierliche Qualitätskontrollen durchgeführt. Die Anwendung von CNC ist insbesondere bei subtraktiven und additiven Fertigungsverfahren verbreitet, wobei für letzteres auch immer eine rechnergestützte Konstruktion (CAD) vorhanden sein

¹² Hausknecht und Liebich 2016

¹³ Vernikos 2012

¹⁴ Vajna et al. 2009

muss. Die speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) sowie die genannten Sensortechnologien ermöglichen den heutigen Automatisierungsgrad in der stationären Industrie. Die BIM-Methode erfüllt im Prinzip dieselben Anforderungen wie CIM, nur übertragen auf das Bauwesen. Ein digitales Modell kann alle relevanten Informationen in Form von numerischen Daten zur automatisierten Steuerung von Baugeräten und anderen Herstellungstechnologien liefern. Die Nutzung eines 3D-Modells wird bereits jetzt zur Prozess- und Terminoptimierung bei der Ausführung von Bauprojekten genutzt. Auch wird das Qualitätsmanagement zunehmend mit dem CAD-Modell in Form einer digitalen Baudokumentation gekoppelt. Die erzeugten numerischen Daten können mit den Datenerfassungstechnologien (siehe Tabelle 3) der automatisierten Baumaschinen oder Roboter abgeglichen und für die Aktualisierung des CAD-Modells genutzt werden. Dabei lässt sich die Arbeitsgenauigkeit von autonomen Maschinen durch den Abgleich des CAD-Modells mit den in der Realität erfassten Daten und eines Positionsbestimmungsgeräts (z.B. GPS, W-LAN, etc.) erhöhen.¹⁵ Abbildung 3 veranschaulicht den Abgleichungsprozess.

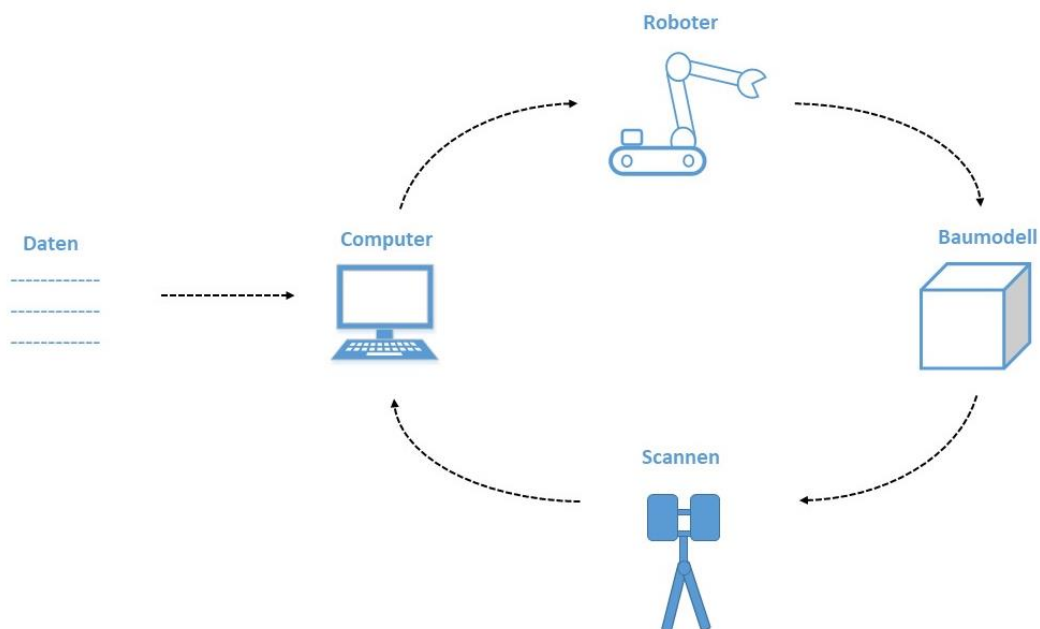


Abbildung 3: Reaktiver Fertigungsprozess für eine höhere Genauigkeit in Anlehnung an¹⁶

4 Automatisierungstechnologien in der Baubranche

In diesem Beitrag werden drei Arten von Automatisierungstechnologien in der Baubranche beschrieben: Additive Fertigungsverfahren, Robotik und automatisierte Baumaschinen.

4.1 Additive Fertigungsverfahren

Additive Fertigungsverfahren (AF) - im englischen Additive Manufacturing (AM) - wurden in den 1980er Jahren entwickelt. Damit wird ein Konzept für die automatisierte Herstellung

¹⁵ Helm et al. 2012

¹⁶ in Anlehnung an Helm et al. 2012

dreidimensionaler physischer Objekte auf der Basis eines CAD-Entwurfs, das zuvor an einem Computer erstellt wurde, beschrieben.

AF betrachten einen CAD-Entwurf als eine Anhäufung topographischer Daten. Die Herstellung eines Bauteils verläuft schichtweise, weshalb diese Technologie auch als schichtorientierte Technologie bezeichnet wird.¹⁷ Beim Fertigungsprozess werden aus dem 3D-Modell Lamellen erzeugt, NC-fähig aufbereitet und anschließend an ein CNC-System übermittelt. Danach wird die Materialbeschichtung in einem automatischen Zyklus Schicht für Schicht aufgetragen.

Der CAD-Entwurf liefert die geometrischen Daten eines Objekts und kann als *Standard Template Library* –Format (STL) exportiert werden. Dieses enthält jedoch keine Materialeigenschaften. An dieser Stelle wäre die Nutzung eines BIM-Modells denkbar. Das Industry Foundation Classes Format (IFC) enthält neben den geometrischen Verhältnissen auch Informationen über die Kontur, das Material, die Farbe etc. Mit diesen Informationen können eventuell neue Werkzeuge mit verschiedenen Düsen geplant werden, um das Drucken einer Gebäudekomponente, die aus vielen Baumaterialien zusammengesetzt ist, in einem Zug herzustellen. In Abbildung 4 wird das Konzept einer normalen Modellübersetzung dem IFC-basierten Ansatz gegenübergestellt.

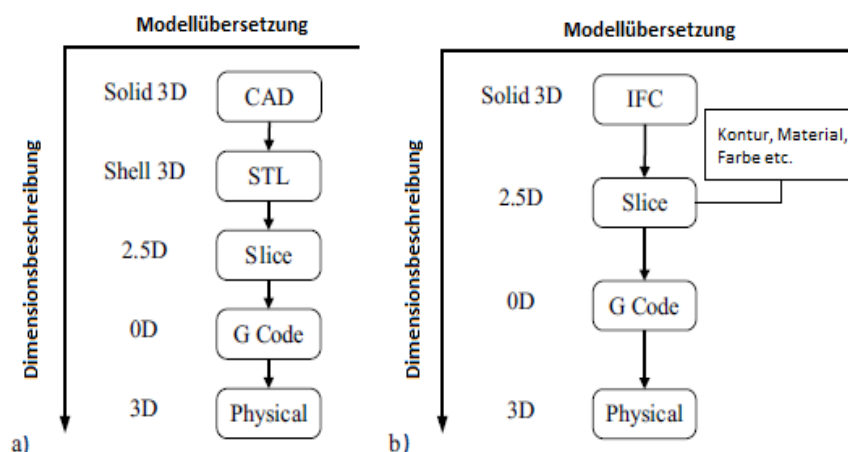


Abbildung 4: Prinzip der Modellübersetzung, in a) traditionelle AM Prozesse, in b) AM Prozesse mit BIM¹⁸

Für die Bauindustrie eröffnet sich mit den AF eine ganze Reihe neuer Möglichkeiten in der Herstellungsweise. Vorort gedruckte Elemente oder in stationären Werkshallen anhand AF hergestellter Fertigbauteile ermöglichen eine individuellere, schnellere und ressourceneffizientere Herstellung von Gebäudebauteilen oder Gebäudekonstruktionen (Rohbau) im Leichtbau mit komplexen Strukturen.

Das Potential von AF in der Baubranche lässt sich indirekt auch an den jüngsten Entwicklungen im Bereich Industrie und Forschung bewerten. Eine Internetrecherche hat ergeben, dass zehn Universitäten und mind. 14 Unternehmen an AF im Bauwesen forschen und entwickeln (siehe Tabelle 5). Das am häufigsten betrachtete Verfahren ist das „Extrusionsverfahren“

¹⁷ Gebhardt et al. 2016

¹⁸ Ding et al. 2014

(Beton-3D-Druck). Es werden aber auch andere Verfahren wie „Additives Schweißen“ (Unternehmen MX3D) und „Selektives Binden“ (TU München) erforscht.

Tabelle 5: Unternehmen und Universitäten, die an AF im Bauwesen forschen und entwickeln

Unternehmen	Land	Jahr	Verfahren
Unternehmen			
Andrey Rudenko / TotalKustom	USA	2014	Beton 3D Druck (Extrusionsverfahren)
Apis Cor	Russland	2014	Beton 3D Druck (Extrusionsverfahren)
Bet Abram	Slowenien	2012	Beton 3D Druck (Extrusionsverfahren)
Branch Technology	USA	2014	C-Fab™
Cazza Construction Technology	Vereinigte Arabische Emirate	2016	Cazza X1 - 3D Beton Druck (Extrusionsverfahren)
Contour Crafting Corporation	USA	2014	Contour Crafting
CyBe	Niederlande	2013	Beton 3D Druck (Extrusionsverfahren)
Imprimere AG	Schweiz	2015	Beton 3D Druck (Extrusionsverfahren)
Monolite UK	UK	2007 (Entwicklung D-Shape)	D-Shape
MX3D	Niederlande	2014	MX3D - "Additives Schweißen"
Overtec	Österreich	3D Druck 2017 Unternehmensgründung 1978	Betonbauteile durch Extrusionsverfahren
Specavia	Russland	3D Drucker seit 2015 Unternehmensgründung 2009	Beton 3D Druck (Extrusionsverfahren)
WinSun /Yingchuang Building Technique Co. Ltd	China	2004 Unternehmensgründung 2003	Beton 3D Druck (Extrusionsverfahren), 3D Druck von Materialien Crazy Magic Stone, Glasfaserverstärkter Kunststoff (FRP), Speziell verstärkter Beton (SRC), Glasfaserverstärkter Gios (GRG)
XtreeE	Frankreich	2015	Beton 3D Druck (Extrusionsverfahren)
Universitäten			
ETH Zürich	Schweiz	DFAB House	- 3 stöckiges Gebäude in Dübendorf weitgehend digital geplant und autonom gebaut - Anwendung 4 verschiedener automatisierter Bauverfahren u.a. 3D Druck

Unternehmen	Land	Jahr	Verfahren
Institute for Advanced Architecture of Catalonia / Tecnalia	Spanien	2017 (basierend auf Projekten von 2014 & 2016)	On Site Robotics
Loughborough University	England	ca. 2007	Freeform 3D Concrete Printing
Swinburne University	Australien	3D Druck mit Geopolymer-Binder	- 3D Druckverfahren von Beton bei dem Portland Zement und Geopolymere (Hergestellt aus industriellen Nebenprodukten) als Binder verwendet werden
TU Dresden	Deutschland	2014	Beton 3D Druck basierend auf Autobetonpumpe
TU Eindhoven	Niederlande	2015	3D Printing Concrete
TU München	Deutschland	2014	Holzleichtbeton
TU München	Deutschland	ca. 2014	Selektives Binden
Universität Nantes / Nantes Digital Science Laboratory (LS2N) in Kooperation mit LafargeHolcim und Bouygues	Frankreich	Ynova BatiPrint3D	- Extrusion von Polyurethan als Kontur der Wände und anschließend Ausgussung mit Beton - Pilotgebäude mit 95 qm im September 2017 gebaut, erfüllt alle französischen Baunormen - Ziel: Bau von Sozialwohnungen
University of Southern California (Khoshnevis)	USA	1998	Contour Crafting

4.2 Robotik

Roboter sind universell einsetzbare Bewegungsautomaten (Handhabungsgeräte) mit mehreren beweglichen Gliedern (Achsen), deren Bewegung frei programmierbar und gegebenenfalls sensorgeführt ist.¹⁹ Die DIN EN ISO 8373 beschreibt den (Industrie-)Roboter auch als automatisch gesteuerter Mehrzweck-Manipulator, der in drei oder mehr Achsen programmierbar ist und zur Verwendung in der Automatisierungstechnik entweder an einem festen Ort oder beweglich angeordnet sein kann. Industrieroboter sind in vielen Bereichen der Industrie, z.B. Automobilhersteller und -zulieferer, Luft- und Raumfahrt, Chemie und Pharmazie vertreten.²⁰

Grundsätzlich gliedert sich ein Roboter in folgende Teilsysteme:²¹

- **Antriebe** zum Wandeln und Übertragen der notwendigen Energie zu allen Bewegungsachsen und zum Greifer bzw. Werkzeug

¹⁹ DIN EN ISO 8373

²⁰ DGUV 2015

²¹ Siegert und Bocionek 1996

- **Messsysteme** zur Überwachung und Steuerung der Geschwindigkeit und Achsen. Aber auch für die Kontrolle der Stromaufnahme o.ä..
- **Greifer oder Werkzeuge** zum Erfassen, Halten, Bearbeiten und Bewegen eines Werkstücks.
- **Steuerung und Regelung** zum Speichern, Steuern und Überwachen des Programmablaufs, zur Verarbeitung von Sensordaten und zur Kommunikation mit anderen Einrichtungen, z.B. der Peripherie des Roboters.
- **Sensoren** zur Muster- und Lageerkennung von Objekten, zum Messen physikalischer Größen usw.

In Tabelle 6 sind wichtige Kenngrößen eines Industrieroboters nach der VDI-Richtlinie 2861 aufgelistet.

Tabelle 6: Kenngrößen eines Industrieroboters VDI 2861

Geometrische Kenngrößen	Belastungskenngrößen	Kinematische Kenngrößen	Genauigkeitskenngrößen
Mechanische Systemgrenzen Raumaufteilung Arbeitsbereich	Nennlast Maximale Nennlast Maximallast Nennmoment Nenn- und Massenträgheitsmoment	Geschwindigkeit Beschleunigung Überschwingweite Ausschwingzeit Verfahrzeit Zykluszeit	- Wiederhol- und Positioniergenauigkeit (Position und Orientierung) - Wiederhol- und Positioniergenauigkeit (Bahnsteuerung)

Ein Industrieroboter kann zur Handhabung von Material eingesetzt werden, um beispielsweise monotone, anstrengende und gefährliche Arbeiten auszuführen. Dazu gehört das Umsetzen oder Montieren von Bauteilen, wobei die Teile vielfach schwer, heiß, kalt, scharfkantig oder sogar radioaktiv sein können.

Die auf Basis einer Internetrecherche erstellte Tabelle 7 listet Beispiele von Forschungsprojekten zum Einsatz von Robotern auf der Baustelle sowie deren Tätigkeitsbereich auf. Dabei wird zwischen Robotern für Materialbewegungsprozessen und Montage- und Verbindungsprozessen unterschieden.

Tabelle 7: Ausgewählte Forschungsprojekte zum Einsatz von Robotik auf der Baustelle

Bezeichnung	Geräteart	Tätigkeit, (Automatisierungsgrad)	Institut/Unternehmen
Materialbewegungsprozesse			
Masonry Robot System ROCCO	Autokran	Maurerarbeiten, Material disponieren (autonom)	Universität Karlsruhe
NIST Robocrane	Autokran, Portal-kran, Turmkran	Material disponieren (autonom)	NIST Gaithersburg
Fliesenplatzierung	Industrieroboter	Fliesen legen (autonom)	Harvard Graduate School of Design
SAM (halbautomatisches Mauerwerk)	Mobiler Industrieroboter	Maurerarbeiten (teilautomatisiert)	Construction Robotics (USA)
dimRob	Mobiler Industrieroboter	Maurerarbeiten (autonom)	ETH Zürich
HADRIAN 105	Mobiler Roboter	Maurerarbeiten (autonom)	Fastbrick Robotics (Australien)
Montage- und Verbindungsprozesse			
Innenwand Streichroboter	Mobiler Roboter	Innenwand Streichen	Dept. IESCE (India)
Automatisierter Spritzbetonverfahren	Mobiler Roboter	Spritzbetonverfahren	ETH Zürich
Schweißroboter	Industrieroboter	Schweißen	Kokushikan University (Japan)
Betonoberflächenbehandlung	Mobiler Roboter	Glätten von Betonoberflächen	Kokushikan University (Japan)

Der Einsatz von Robotern und automatisierten Baumaschinen beruht auf der Übertragung der Methoden und Prinzipien aus der stationären Industrie in den Bausektor. Auf einer Baustelle werden zwar ähnlich wie in den Produktionshallen der stationären Industrie Räume bzw. Standorte der Maschinen in strukturierte Arbeitsbereiche definiert. Jedoch ändert sich der Ablauf und Aufbau einer Baustelle mit der Zeit kontinuierlich nach jedem Arbeitsschritt. Folglich sind die Bedingungen auf der Baustelle komplex und heterogen. Deshalb werden Roboter mit einer hohen Auffassungsgabe und Flexibilität von entscheidender Bedeutung sein, die sich in einem freien Umfeld ungehindert durch mögliche Hindernisse bewegen können.²²

²² S.M.S Elattar 2008

Dabei stellt die autonome Navigation eines Systems den Kernpunkt beim Einsatz auf der Baustelle dar. Dementsprechend setzen Siegart und Nourbakhsh für die erfolgreiche Umsetzung die folgenden vier Punkte voraus:²³

- Datensammlung: eingehende Daten aus der Sensorik richtig erfassen und extrahieren.
- Lokalisierung: eigene Lageposition auf dem Feld bestimmen.
- Bahnplanung: bestimmen, über welchen Weg ans Ziel zu kommen.
- Kontrollsystem: Größen regulieren, um am Ziel anzukommen.

4.3 Automatisierte Baumaschinen

Bei Baumaschinen handelt es sich um stationäre, semimobile oder mobile Maschinen, die (grobe) Baustoffe zumeist in großen Mengen transportieren und/oder be- und verarbeiten.²⁴ Häufig werden sie von Verbrennungsmotoren angetrieben, je nach Anwendung und Situation (z.B. Untertage) auch von Elektromotoren. Die Baugeräteliste (BGL) unterscheidet Baumaschinen in 21 Gerätehauptgruppen. Das Potenzial zur Automatisierung von Baumaschinen hängt besonders von deren Tätigkeitsfeldern ab. Sich wiederholende, monotone Tätigkeiten mit einer möglichst geringen Anzahl unterschiedlicher bzw. komplexer Aufgaben lassen sich wesentlich leichter automatisieren als sich häufig wechselnde heterogene Aufgaben. Eine Recherche zu Projekten und von Unternehmen, die sich mit automatisierten Baumaschinen beschäftigen, ist in Tabelle 8 zusammengefasst.

Tabelle 8: Forschungsprojekte zu bzw. Prototypen von automatisierten Baumaschinen

Bezeichnung	Geräteart	Tätigkeit	Unternehmen/Institut
HAMM	Autonome Walze	Bodenverdichtung	Hamm, Wirtgen Group
Teilautomatisierte Rammmaschine	Ramme	Rammen, Erstellen von Pfahlkonstruktion	University of Oulu, Finland
LUCIE	teleoperierter Bagger	Erdarbeiten, Materialbewegung usw.	Fujita Research
CAT 3D	Autonome Planierdraupe	Erdarbeiten, Planieren	Caterpillar
SCREEDSAVER	Autonome Estrichmaschine	Estricharbeiten	Ligchine
Surf Robo	Betonglätter	Betongläätten, nachbehandlung	Takenaka
Bulldozer	Autonomer Bulldozer	Erdarbeiten, Planieren	Built Robotics
AMMANN Prototyp	Autonom fahrende Vibrationsplatte	Verdichtung	Ammann

²³ Siegart und Nourbakhsh 2004

²⁴ Bauer 2007

Bezeichnung	Geräteart	Tätigkeit	Unternehmen/Institut
Pavers	Beton Gleitschalungs-system	Schalen und Asphaltieren	Gomaco
Circ	Steuerungssystem für Walzen	Bodenverdichtung	Laboratoire Central des Ponts et Chaussées
Accugrade	Steuerungssystem für Grader	Planieren	Caterpillar
BIM-basierter Turmdrehkran	Autonomer Turmdrehkran	Materialdisposition	Yonsei University, Gyeongsang National University

Insbesondere im Bereich der Materialbewegung sowie Materialbearbeitung und –verarbeitung wird die Automatisierung vorangetrieben. Da es im Bereich der Navigation große technologische Fortschritte gibt, beschäftigen sich Unternehmen zunehmend mit autonomen Bewegungsprozessen von Baumaschinen. Baumaschinen führen meistens nur eine monotone Aufgabe aus (z.B. Glätten, Planieren, Transportieren, Verdichten, Rammen, etc.), die anhand der Komponenten der Automatisierung (Steuerung, Regelung, Sensorik) auch ohne Personal durchgeführt werden kann. Entscheidend für die Navigation sind die Umgebungswahrnehmung und vorhandene Informationen zur Umgebung. In diesem Zusammenhang können die beim Einsatz der Methode BIM aus den formalen Daten generierten Bauwerksmodelle unterstützen. So haben beispielsweise Lee et al. ein Turmkrannavigationssystem entwickelt, das mit verschiedenen Sensoren und einem Bauwerksmodell ausgestattet ist, um in Echtzeit, dreidimensionale Informationen über das Bauwerk, die Umgebung und Position des Transportguts zu erhalten.²⁵

5 Fazit

Ein Bauwerk besteht häufig aus vielen Einzelteilen und Gewerken, die im Laufe der Bauphase nacheinander zusammengeführt werden. Das Ergebnis ist ein komplexes Zusammenspiel aus Planung, Einsatz von sehr unterschiedlichen technologischen Geräten und verwendeten Baumaterialien auf der Baustelle. Zudem verändern sich die Bedingungen auf Baustellen kontinuierlich mit dem Fortschritt des Bauprojekts und sind deshalb im Vergleich zur stationären Industrie sehr heterogen. Das stellt erhöhte Anforderungen an Automatisierungstechnologien, insbesondere im Bereich der autonomen Arbeitsweise dar. Hierbei kann die Methode BIM mit dem erzeugten Bauwerksmodell unterstützend wirken. Dieses kann numerische Informationen zur Steuerung und Regelung automatisierter Baumaschinen und Roboter auf der Baustelle liefern. Des Weiteren kann das Bauwerksmodell die benötigten numerischen Daten für die additive Fertigung zur Verfügung stellen. Das ermöglicht die Produktion von sehr individuellen vorgefertigten Bauteilen aus unterschiedlichen Materialien im Leichtbau oder eine automatisierte Rohbauerstellung mittels 3D-Betondruckverfahren. Gleichzeitig

²⁵ Lee et al. 2012

ermöglichen zunehmend die technologischen Fortschritte in der Navigation (z.B. das LIDAR-System) die automatisierte Arbeitsweise von Baumaschinen.

6 Zusammenfassung

Dieser Beitrag gibt eine Übersicht über den aktuellen Stand in Forschung und Praxis im Hinblick auf Automatisierungstechnologien in Bauausführungsprozessen. Während die Einführung der Robotik und andere Automatisierungstechnologien zu einem nachhaltigen Produktionswachstum in der stationären Industrie geführt haben, hat sich die Produktion der Bauindustrie in den letzten Jahrzehnten quasi nicht verändert. Dies liegt u.a. daran, dass die Anwendung von Automatisierungstechnologien in der Baubranche durch die sich ständig ändernde Umgebung erschwert ist. Die fortschreitende Technologie sowie die Einführung neuer digitaler Methoden wie Building Information Modeling ermöglichen aber zunehmend den Einsatz von Automatisierungstechnologien. In diesem Beitrag werden Automatisierungstechnologien in die Kategorien Additive Fertigungsverfahren, Robotik und autonome Baumaschinen eingeordnet. Zu jeder Kategorie wurden vorhandene Technologien, die im Rahmen von Forschungsprojekten an Universitäten oder in Unternehmen entwickelt wurden, ermittelt. Die Untersuchung ergab, dass u.a. die Entwicklung moderner Navigationssysteme (LIDAR), die der autonomen Bewegung von Robotern und Baumaschinen dienen, und Technologien der Additiven Fertigung vielversprechende Ansätze liefern, Bauausführungsprozesse zu automatisieren.

Literaturverzeichnis

Anderson, R. J. (1996)

Autonomous, teleoperated, and shared control of robot systems. In: Proceedings 1996 IEEE International Conference on Robotics and Automation. IEEE International Conference on Robotics and Automation. Minneapolis, MN, USA, 22-28 April 1996. IEEE Robotics and Automation Society Staff; IEEE, Society Staff. Piscataway: IEEE, S. 2025–2032.

Balaguer, Carlos; Abderrahim, Mohamed (2008)

Trends in Robotics and Automation in Construction. In: Kuo-Chuan Shih, Chun-Nen Huang und Shu-Shun Liu (Hg.): Precast Storage and Transportation Planning via Component Zoning Optimization: INTECH Open Access Publisher.

Bauer, Hermann (2007)

Baubetrieb. 3., vollständig neu bearbeitete Auflage (VDI-Buch). Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-32533-5>.

Bernstein, Herbert (2014)

Messelektronik und Sensoren. Grundlagen der Messtechnik, Sensoren, analoge und digitale Signalverarbeitung. Wiesbaden: Springer Vieweg (Lehrbuch).

DGUV (2015):

Industrieroboter. 209-074. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V.

Ding, Lieyun; Wei, Ran; Che, Haichao (2014):

Development of a BIM-based Automated Construction System. In: *Procedia Engineering* 85, S. 123–131. DOI: 10.1016/j.proeng.2014.10.536.

Gebhardt, Andreas; Kessler, Julia; Thurn, Laura (2016):

3D-Drucken. Grundlagen und Anwendungen des Additive Manufacturing (AM). 2., neu bearbeitete und erweiterte Auflage. München: Hanser.

Hausknecht, Kerstin; Liebich, Thomas (2016):

BIM-Kompendium. Building Information Modeling als neue Planungsmethode. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.

Heinrich, Berthold; Linke, Petra; Glöckler, Michael (2015):

Grundlagen Automatisierung. Sensorik, Regelung, Steuerung. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-658-05961-3>.

Helm, Volker; Ercan, Selen; Gramazio, Fabio; Kohler, Matthias (2012):

Mobile robotic fabrication on construction sites. DimRob. In: 2012 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. 2012 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2012). Vilamoura-Algarve, Portugal, 07.10.2012 - 12.10.2012: IEEE, S. 4335–4341.

Hesse, Stefan; Schnell, Gerhard (2014):

Sensoren für die Prozess- und Fabrikautomation. Funktion - Ausführung - Anwendung. 6., korrigiert und verb. Aufl. Wiesbaden: Springer Vieweg. Online verfügbar unter <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=853602>.

Lee, Ghang; Cho, Joonbeom; Ham, Sungil; Lee, Taekwan; Lee, Gaang; Yun, Seok-Heon; Yang, Hyung-Jun (2012):

A BIM- and sensor-based tower crane navigation system for blind lifts. In: *Automation in Construction* 26, S. 1–10. DOI: 10.1016/j.autcon.2012.05.002.

DIN EN ISO 8373, November 2010:

Roboter und Robotikgeräte. Online verfügbar unter <https://www.beuth.de/de/norm-entwurf/din-en-iso-8373/135207964>.

S.M.S Elattar (2008):

AUTOMATION AND ROBOTICS IN CONSTRUCTION: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES. In: *Emirates Journal for Engineering Research* (13), S. 21–26. Online verfügbar unter <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.524.7909&rep=rep1&type=pdf>.

Siegert, Hans-Jürgen; Bocionek, Siegfried (1996):

Robotik. Programmierung intelligenter Roboter. Berlin, Heidelberg: Springer (Springer-Lehrbuch). Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-80067-2>.

Siegwart, Roland; Nourbakhsh, Illah Reza (2004):

Introduction to autonomous mobile robots. Cambridge, Mass: MIT Press (Intelligent robotics and autonomous agents). Online verfügbar unter <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=122550>.

Vähä, Pentti; Heikkilä, Tapio; Kilpeläinen, Pekka; Järviluoma, Markku; Gambao, Ernesto (2013):

Extending automation of building construction — Survey on potential sensor technologies and robotic applications. In: *Automation in Construction* 36, S. 168–178. DOI: 10.1016/j.autcon.2013.08.002.

Vajna, Sandor; Hehenberger, Peter; Zeman, Klaus; Bley, Helmut; Weber, Christian (2009):

CAX für Ingenieure. Eine praxisbezogene Einführung. 2. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Vernikos, Vasileios (2012):

Optimising building information modelling and off-site construction for civil engineering. In: *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Civil Engineering* 165 (4), S. 147. DOI: 10.1680/cien.2012.165.4.147.

Die „Digitale“ Örtliche Bauaufsicht – Prozessoptimierung anhand zweier Forschungsprojekte

M. Piskernik | H. Urban

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141205-0>

Univ.Ass.in Dipl.-Ing.in Melanie Piskernik
Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik
Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement
Technische Universität Wien
melanie.piskernik@tuwien.ac.at

Proj.Ass. Dipl.-Ing. Harald Urban
Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik
Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement
Technische Universität Wien
harald.urban@tuwien.ac.at

Inhalt

1	Einleitung	274
2	Qualitätssicherung durch Augmented Reality.....	275
2.1	Ausgangslage	275
2.2	Stand der Technik der Projektpartner	276
2.3	Ziele des Forschungsprojekts	278
3	Echtzeitdatenerfassung zur Optimierung des Abrechnungs- und Dokumentationsprozesses	278
3.1	Ausgangslage	278
3.2	Ziele des Forschungsprojekts	280
4	Zusammenfassung	281

1 Einleitung

Studien verschiedener Autoren belegen, dass die Baubranche trotz ihres wesentlichen Einflusses auf das nominelle Bruttoinlandsprodukt im Vergleich zu anderen Branchen eine niedrige Produktivität aufweist.¹ Die vorgeschlagenen Maßnahmen um die Produktivität in der Bauwirtschaft zu steigern, reichen von externen Faktoren, wie etwa einer gesetzlichen Deregulierung, über die Verbesserung der Bauausführung bis hin zu operativen Faktoren auf Unternehmensebene. Das weitaus größte Potenzial zur Steigerung der Produktivität in der Baubranche wird aber in der Nutzung digitaler Technologien, dem Einsatz neuer Materialien und der Automatisierung prognostiziert.²

An der Schnittstelle zwischen der Überwachung und Koordination von Bauvorhaben und dem zunehmenden Einsatz von digitalen Technologien in der Bauausführung befindet sich die Örtliche Bauaufsicht (ÖBA). Sie stellt als Erfüllungsgehilfe des Bauherrn eine der primären Kontrollebenen – neben der Projektleitung und Projektsteuerung – auf Baustellen dar. Als oberste Intention des erfolgreichen Projektmanagements und somit eine der Hauptaufgabe der ÖBA, gilt die Optimierung des magischen Dreiecks aus Kosten, Terminen und Qualitäten. Um das zu gewährleisten, übernimmt die ÖBA auf der Baustelle eine Vielzahl an Koordinations-, Organisations-, Überwachungs- und Dokumentationstätigkeiten und stellt den ersten Ansprechpartner von ausführenden Unternehmen dar.³

Um die breit gefächerten Aufgaben der ÖBA im Sinne einer Digitalisierung zu vereinfachen, sind verschiedene Inselsoftwarelösungen am Markt erhältlich. Beispielsweise werden für das Mängel- und Qualitätsmanagement bereits funktionierende listen- oder planbasierte Softwarelösungen großflächig auf Baustellen eingesetzt. Derzeit kommen Lösungen, die auf einer BIM-Planung aufsetzen und speziell für die Anforderungen der Überwachungs-, Abrechnungs- und Dokumentationstätigkeiten der ÖBA konzipiert sind, nicht durchgängig zum Einsatz.

Unter dem Gesichtspunkt der „Digitalen“ Örtlichen Bauaufsicht werden nachfolgend zwei Forschungsprojekte des Forschungsbereiches Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik der TU Wien vorgestellt, welche in Zukunft maßgebenden Einfluss auf die Überwachung und Koordination von Baustellen haben werden. Das Forschungsprojekt „Einsatz von Augmented Reality zur Abnahme und Qualitätssicherung auf Baustellen“ wurde im Rahmen der Ausschreibung des FFG-Forschungsprogramms⁴ „Stadt der Zukunft“ Anfang dieses Jahres eingereicht und befindet sich derzeit in der Prüfphase. Beim zweiten Forschungsprojekt werden die Möglichkeiten der Echtzeitdatenerfassung und darauf aufbauend die Optimierung von ÖBA-Prozessen im Hochbau erhoben. Beide vorgestellten Projekte verfolgen das Ziel,

¹ Vgl. Huymajer, Marco; Winkler, Leopold: Die Digitalisierung als eine Maßnahme zur Lösung der Probleme in der Bauwirtschaft, In: Goger, Gerald; Winkler Leopold (Hrsg.): Tagungsband Zukunftsfragen des Baubetriebs, TU Wien, Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement, Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik, 2018, Seiten 182-202

² Vgl. McKinsey & Company: Reinventing Construction: A Route to Higher Productivity, Executive Summary. McKinsey Global Institute, 2017, Seite 7-10

³ Vgl. Reithmeier Martin: ÖBA – Die Rolle der Örtlichen Bauaufsicht, TU Wien, Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement, Forschungsbereich Bauwirtschaft, 2013, Seite 1

⁴ Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft

die Prozesse der Bauüberwachung durch das Ausschöpfen von digitalen Möglichkeiten zu optimieren und die Qualität der Bauausführung zu steigern. Längerfristig sollen diese Projekte zu einem durchgängigen BIM-gestützten Prozess in der Bauausführung beitragen.

2 Qualitätssicherung durch Augmented Reality

Dieser Abschnitt stellt das eingereichte Forschungsprojekt „Einsatz von Augmented Reality zur Abnahme und Qualitätssicherung auf Baustellen“ vor. Unter „Augmented Reality“ ist eine computerunterstützte Wahrnehmung zu verstehen, bei der die reale Welt um virtuelle Aspekte erweitert wird. Im Fokus dieses Forschungsprojekts steht die wissenschaftliche Überprüfung der Praxistauglichkeit, die Ermittlung einer möglichen Energieeffizienzsteigerung sowie die Erhöhung der Gebäudequalität und -sicherheit durch den Einsatz von Augmented Reality für die Abnahme und Qualitätssicherung von Haustechnik auf der Baustelle. Im Projektteam für das Forschungsprojekt sind der Baubetrieb (TU Wien IBPM, FCP), die Informatik (TU IMS), ein Hardwareanbieter (DAQRI), ein BIM-Softwareentwicklungsunternehmen (ARIOT) und die ÖBA (FCP) involviert. Dies ermöglicht eine innovative, interdisziplinäre Forschung und Entwicklung zum Thema AR im Baubetrieb.

2.1 Ausgangslage

Bis dato gehört die Bauwirtschaft (Baugewerbe und Bauindustrie) zu den am wenigsten von der Digitalisierung erfassten Wirtschaftszweigen.⁵ Zwar nahm die Digitalisierung durch die Entwicklung und Einführung von BIM in den letzten Jahren zu, jedoch beschränkt sich diese derzeit vorwiegend auf die Planungsphase bei Großprojekten. Ein durchgängiger Einsatz von BIM zur Baustellenabwicklung konnte im Rahmen der österreichischen Studie „Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen“⁶ nicht festgestellt werden. Einer der wesentlichen Gründe ist, dass die Leistungsfortschrittsermittlung, die Funktionsüberprüfungen und die Bestandaufnahme auf der Baustelle noch immer meistens händisch durch Papierformular und E-Mailverkehr erfolgt. Als spezieller und schwieriger Fall ist die Haustechnik (HKLS) im Bauwerk zu sehen, die in den letzten Jahren immer komplexer wurde und bei Gebäuden schon bis zu 35 % der Baukosten ausmacht. Die Aufnahme des Leistungsfortschritts und die Kontrolle der Bauqualität erfolgt derzeit zum größten Teil durch händische Dokumentation während der Baustellenbegehung. Die erkannten Soll- und Ist-Unterschiede werden nachträglich auf den Computer in eine Excel-Liste und/oder ein Begehungsprotokoll übertragen und per E-Mail an den Vertragspartner geschickt. Auf der Baustelle kommen zwar vereinzelt Softwareprogramme zum Einsatz, welche die händische Eingabe von Mängeln mit einem Tablet anhand eines 2D-Plans im PDF-Format ermöglichen. Dabei sind die Hände auf der Baustelle durch das Tragen des Tablets blockiert, was die Aufnahme, die Verwendung von Wärmebildkameras und die schnelle Dokumentation erschwert. Baustellensicherheitstechnisch stellt diese Arbeitsweise zudem eine Gefährdung des Personals dar. Bei der Verwendung von

⁵ Vgl. Accenture GmbH: Digitalisierung entzaubern – wie die deutschen Top500 digitale Blockaden lösen, Studie, 2016, Seiten 1-4
⁶ Goger, Gerald; Piskernik, Melanie; Urban, Harald: Studie Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen, BMVIT und WKO, TU Wien, Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement, Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik, 2017, Seiten 1-139

BIM müssen die Problemfälle trotzdem anschließend vom 2D-Plan nochmals ins BIM-Modell (IFC-Format) mit der dazugehörigen Verortung eingetragen werden. Treten bei der Kontrolle der Bauqualität der Haustechnik akute Probleme auf, sind meistens mehrere Gewerke betroffen. Nach derzeitigem Stand der Technik erfolgt die Kommunikation zwischen den Gewerken in der Regel durch Telefonieren oder Textnachrichten (Chats). In der Regel sind zur Lösung von Problemen mehrmalige Fahrten der verschiedenen Vertragsparteien zur Baustelle notwendig.

Durch die Entwicklung eines baustellentauglichen AR-Systems, soll dieses Forschungsprojekt den derzeitigen Ist-Zustand verbessern.

2.2 Stand der Technik der Projektpartner

In diesem Abschnitt wird der Stand der Technik der Projektpartner in Bezug auf AR dargestellt.

Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik (IBPM)

Unter der Leitung von Univ.Prof. Goger spezialisiert sich der Forschungsbereich auf die Digitalisierung von Bauprozessen sowie die Erweiterung von Building Information Modeling auf die Phasen Bauen und Betreiben von Gebäuden. Der Forschungsbereich ist Gründungsmitglied der Plattform „Planen.Bauen.Betreiben 4.0“. Die Trägerorganisationen und die Mitglieder dieser Plattform arbeiten an einer wissenschaftlichen Schriftenreihe zum Themenfeld „Digitalisierung der Bauprozesse“. Durch diese Aktivitäten ist das IBPM sehr stark mit Planungs-, Ausführungs- und Facility-Unternehmen, aber auch mit Auftraggebern vernetzt. Dies ist für die Umsetzung einer Praxistauglichkeitsprüfung von Augmented Reality bei Pilotprojekten von großem Vorteil. Der Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik hat bei diesem Projekt die Projektleitung inne und arbeitet dabei intensiv mit der Arbeitsgruppe „Zentrum digitaler Bauprozesse“ an der TU Wien zusammen.

Daqri

DAQRI entwickelt sowohl Hard- als auch Software für AR-Technologien im industriellen Umfeld und bietet mit den DAQRI Smart Glasses und dem DAQRI Smart Helmet mit integrierter Wärmebildkamera zwei AR-Produkte an, welche bei diesem Forschungsprojekt zum Einsatz kommen (Schutzbrille und Sicherheitshelm laut PPE Richtlinie).



Abbildung 1: Smart Glasses (li.), Smart Helmet (re.)⁷

FCP

FCP ist ein österreichisches Planungsbüro, welches sich in den letzten Jahren im Bereich Augmented Reality im Bauwesen auf die synchronisierte Darstellung von Modellen zwischen zwei Geräten und die testweise optische Kollisionskontrolle auf der Baustelle ohne Datenaustausch konzentriert hat.

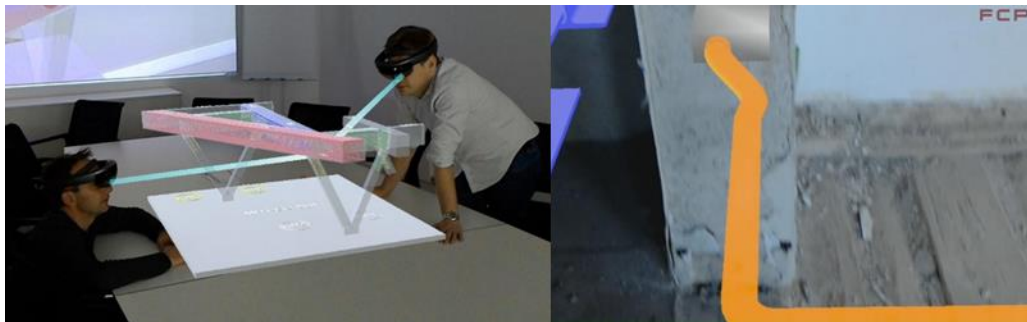


Abbildung 2: AR-synchronisierte Darstellung (li.), optische Kollisionskontrolle (re.)⁸

Ariot

Ariot konzentriert sich auf die Konvertierung von IFC-Dateien in dreidimensionale AR-Darstellungen. Darauf aufbauend entwickelte ARIOT mittels Apple ARKit eine mobile AR-Applikation zur Darstellung von BIM-Modellen auf Tablets – dies gewährleistet den Datenaustausch von BIM-Modellen zu AR.⁹ Dabei wird der Datenfluss vom BIM-Modell in geometrische Daten und semantische Daten getrennt. Im AR-Modell werden dem geometrischen Modell nur jene semantischen Daten hinzugefügt, die durch eine Interaktion ausgewählt werden. Dies steigert die Performance der AR-Darstellung stark.¹⁰ Derzeit ist in fast allen existierenden Systemen der Datentransfer nur in eine Richtung möglich: vom BIM-Modell ins AR-Modell, nicht jedoch umgekehrt.

⁷ DAQRI, Daqri Holographics GmbH & Co KG

⁸ FCP Fritsch, Chiari & Partner ZT GmbH

⁹ Vgl. Apple Inc. „ARKit“, <https://developer.apple.com/arkit/> (abgerufen am 21. Februar 2018)

¹⁰ Vgl. Das, Moumita; Cheng, CP Jack; Kumar, S Srinath: Social BIMCloud: a distributed cloud-based BIM platform for object-based lifecycle information exchange, Visualization in Engineering, Hong Kong, 2015

Institute of Visual Computing and Human-Centered TU Wien

Das Institute of Visual Computing and Human-Centered Technologies an der TU Wien beschäftigt sich seit Jahren mit Trackingsystemen. Diese bilden einen elementaren Bestandteil eines AR-Systems, um virtuelle Inhalte an der richtigen Stelle zu rendern.

2.3 Ziele des Forschungsprojekts

Hauptziel dieses Forschungsprojekts ist die Evaluierung und Entwicklung eines baustellen-tauglichen AR-Abnahme- und Qualitätssicherungssystems in enger Kooperation mit zukünftigen Nutzern (HKLS-Planer). In Verbindung mit diesem AR-System soll zur Unterstützung der Abnahme ein AR-Remote-Expert-System (Fernkommunikationssystem) für das Baustellenumfeld entwickelt und evaluiert werden. Durch die Reduktion von Besprechungs- und Fahrzeiten steigert dieses System die Effizienz der Mitarbeiter_innen in Planung, Bau und Betrieb. Die Reduktion von Fahrzeiten bedeutet auch eine Reduktion von CO₂-Emissionen. Zusätzlich können junge, noch unerfahrenere Mitarbeiter_innen gezielt an schwierigere Aufgaben auf Baustellen herangeführt werden. Dies ermöglicht hochqualifizierte Aus- und Weiterbildung.

Die Arbeitspakete dieses Projekts lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Anwendungs- und Anforderungsanalyse für AR auf der Baustelle
- Entwicklung eines AR-Interface für die Qualitätssicherung auf Baustellen
- Evaluierung und Entwicklung eines baustellenspezifischen Trackingsystems
- Bidirektionaler Datenaustausch zwischen AR- und BIM-Modell (Closed-Loop-Datenverarbeitung)
 - Markierung von Mängeln und Baustellenfortschrittdarstellung im AR-Modell und Übertragung ins BIM-Modell
 - Einlesen von QR-Codes und Übertragung der Daten über das AR-Modell ins BIM-Modell (z. B. Produktdaten)
- Entwicklung eines baustellenspezifischen Remote-Expert-Kommunikation-System
- Praxistauglichkeitsüberprüfung der Komponenten auf der Baustelle

3 Echtzeitdatenerfassung zur Optimierung des Abrechnungs- und Dokumentationsprozesses

Nachfolgend wird das Forschungsprojekt „Echtzeitdatenerfassung im Hochbau zur Optimierung des Abrechnungs- und Dokumentationsprozesses von ÖBA-Leistungen“ vorgestellt. Wie bereits bei dem unter Punkt 2 vorgestelltem Forschungsprojekt, stehen die wissenschaftliche Überprüfung der Praxistauglichkeit der gewählten Ansätze und die Ermittlung einer möglichen Effizienzsteigerung im Fokus der Betrachtungen.

3.1 Ausgangslage

Der Abrechnungs- und Dokumentationsprozess stellt einen personalintensiven Vorgang der Baustellenabwicklung dar. Das wirkt sich gleichermaßen auf den Bauherren und seine primäre Kontrollebene auf der Baustelle – die Örtliche Bauaufsicht – und auf ausführende Unternehmen aus. Durchgeführte Untersuchungen von Chriti zeigen für den Bereich Tief-

und Infrastrukturbau, dass Bautechniker 40 %¹¹ ihrer Arbeitszeit der Abrechnung von Bauleistungen widmen. Betrachtet man das gesamte technische Baustellenführungspersonal – bestehend aus Bauleiter, Bautechniker und Polier – von ausführenden Unternehmen, nimmt die Abrechnung mit 14 %¹² ebenfalls den größten Teil der Arbeitszeit in Anspruch.

Demzufolge wurden und werden in unterschiedlichen Sparten der Baubranche entsprechende Bemühungen unternommen, den tradierten Abrechnungs- und Dokumentationsprozess durch durchgängige digitale Lösungen zu ersetzen. Vorwiegendes Ziel ist es dabei, redundante Dateneingaben zu vermeiden und maschinell erzeugte Daten direkt weiterzuverarbeiten. Als Beispiel dafür, wie das bei Injektionsarbeiten gelingen kann, sei auf das Forschungsprojekt „Entwicklung eines drahtlosen Monitoringsystems für den Baubetrieb im Tiefbau“ verwiesen.¹³

Ein wesentlicher Unterschied zwischen den Ansätzen im Tiefbau und jenen im Hochbau ist, dass im Hochbau üblicherweise kein Schlüsselgerät zum Einsatz kommt. Im Fall des Straßenbaus stellt beispielsweise der Asphaltfertiger das Schlüsselgerät dar. Einerseits vernetzt sich dieser mittels digitaler Maschinensteuerung mit dem Asphaltmischwerk und der Transportlogistik und andererseits zeichnet dieser über Sensorik und Hardware Echtzeitdaten auf und speichert sie digital. Eine Weiterverarbeitung der Daten zu einer automatischen Abrechnung auf Basis von Echtzeitdaten und ein Anschluss an AVA-Programme¹⁴ scheint der nächste Schritt zu einer digitalen Straßenbaustelle.¹⁵

Im Hochbau zeigt sich die Ausgangslage für ein drahtloses Monitoringsystem derzeit herausfordernder. Es kann nicht auf ein Schlüsselgerät zur Datenerfassung zurückgegriffen werden und (wie bereits unter Punkt 2.1 festgestellt wurde) die Dokumentation des Leistungsfortschrittes erfolgt größtenteils händisch auf Papier. Auf der vorliegenden Basis ist das Führen einer konsequenten Dokumentation des Leistungsfortschrittes und einer von Echtzeitdaten ausgehenden Abrechnung weder praktikabel noch automatisierbar. Wobei die Dokumentation des Leistungsfortschrittes, gleichbedeutend mit Leistungsfeststellung – zumindest bei Vorliegen eines Einheitspreisvertrages zwischen den Vertragsparteien – die Basis der Abrechnung darstellt.

Geht man davon aus, dass zukünftig die Planung sowohl im Neubau als auch im Bestand BIM-basiert erfolgt, stellt sich die Frage, wie dort angewandte digitale Verfahren für die Bauausführung nutzbar sind. Eines davon ist 3D-Laserscanning, mit welchem bereits bei der

¹¹ Vgl. Chriti, Manuela: Aufnahme des zeitlichen Arbeitsaufwandes und Ermittlung von Stundenaufwandswerten des technischen Führungspersonals bei Bauvorhaben im Bereich Tiefbau/Infrastrukturbau, TU Wien, Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement, Forschungsbereich Bauwirtschaft, 2015, Seite 68

¹² Vgl. ebenda. Seite 67

¹³ Vgl. Piskernik, Melanie; Winkler, Leopold: Digitales Datenmanagement und automatisierter Abrechnungsprozess am Beispiel von Injektionsarbeiten, Tagungsband 28.BBB-Assistententreffen, Technische Universität Kaiserslautern, 2017, Seiten 227-239

¹⁴ Programme die zur Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung von Bauleistungen dienen.

¹⁵ Vgl. Bachinger, David: Digitale Prozessunterstützung im Asphaltstraßenbau, TU Wien, Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement, Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik, 2018, Seite 1-112

Sanierung von Gebäuden Punktwolken gewonnenen, die halbautomatisch in BIM-Modelle umgewandelt werden und so eine realistische Beurteilung des Bestands ermöglichen (vergleiche Abbildung 3). Die auf diese Weise erzeugten Modelle bilden einerseits eine tragfähige Dokumentation und andererseits die Grundlage für eine Weiterverarbeitung der Daten im BIM-Prozess.

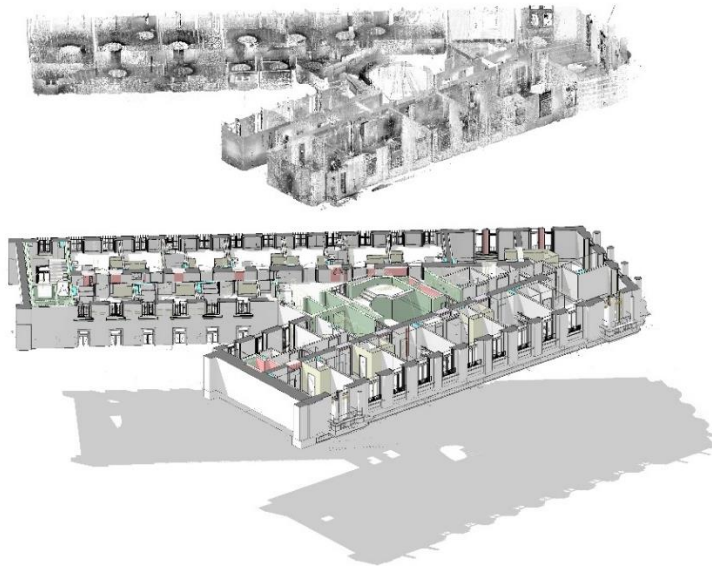


Abbildung 3: Bestandsaufnahme mittels 3D-Laserscan und abgeleitetes BIM-Modell¹⁶

3.2 Ziele des Forschungsprojekts

Die wissenschaftliche Untersuchung soll zeigen, inwieweit sich der Abrechnungs- und Dokumentationsprozess im Hochbau standardisieren lässt und wie bereits vorhandene digitale Technologien sinnvoll zur Effizienzsteigerung von ÖBA-Leistungen eingesetzt werden können.

Dazu wird in einem ersten Schritt der derzeit im Regelfall üblichen Prozesse der Leistungsfeststellung im Hochbau bis hin zur Abrechnung und Dokumentation von Bauleistungen dargestellt. Aus dem dargestellten Prozess sollen Anknüpfungspunkte zum optimierten Einsatz von digitalen Erfassungssystemen für den Hochbau – im Speziellen für ÖBA-Leistungen – entwickelt werde. Beispielsweise ermöglichen Laserscans (als stationäre Einrichtung oder mobiles 3D-Scanning via Tablet mit Tiefensensor oder durch den Einsatz von Drohnen) nicht nur das Erstellen von Modellen aus bereits bestehenden Gebäuden, eine Feststellung des aktuellen Bauzustandes, von Abweichungen in der Bauausführung und eine Ableitung des Baufortschrittes scheint ebenfalls praktikabel und könnte in einer zumindest semiautomatischen Abrechnung umgesetzt werden. Den sinnvollen Einsatz von AR-Brillen und verbauter Sensorik gilt es ebenfalls im Rahmen des Forschungsprojektes zu prüfen.

Im Fokus der Betrachtungen im ersten Forschungsjahr stehen:

- Feststellen des derzeit üblichen Abrechnungs- und Dokumentationsprozesses im Hochbau

¹⁶ FCP Fritsch, Chiari & Partner ZT GmbH

- Möglichkeiten des Einsatzes von beispielsweise Laserscannern, AR-Brillen und Sensorik zur Leistungs- und Qualitätsfeststellung im Zuge der Baustellenabwicklung
- Möglichkeiten der automatisierten Weiterverarbeitung von erfassten Daten
- Aufzeigen von Effizienzsteigerungspotenzialen für ÖBA-Leistungen
- Empfehlungen zur Umsetzung von Pilotprojekten

Darauf aufbauend werden im zweiten Forschungsjahr konkrete Pilotprojekte umgesetzt, wissenschaftlich betreut und auf Effizienzsteigerungen untersucht.

4 Zusammenfassung

Unter dem Begriff „Digitale Örtliche Bauaufsicht“ werden zwei Forschungsprojekte vorgestellt, welche am Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement im Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik aktuell in Entwicklung sind. Sie sollen den Baustellenablauf in Zukunft maßgebend verändern. Der im Forschungsprogramm „Stadt der Zukunft“ eingereichte Antrag „Einsatz von Augmented Reality zur Abnahme und Qualitätssicherung auf Baustellen“ befindet sich in Begutachtung. Hauptziel dieses Forschungsprojekts ist die Evaluierung und Entwicklung eines baustellentauglichen AR-Abnahme- und Qualitätssicherungssystems in enger Kooperation mit zukünftigen Nutzern (HKLS-Planer). In Verbindung mit diesem AR-System soll ein AR-Remote-Expert-System für das Baustellenumfeld zur Unterstützung der Abnahme ebenfalls getestet werden.

Das Forschungsprojekt „Echtzeitdatenerfassung im Hochbau zur Optimierung des Abrechnungs- und Dokumentationsprozesses von ÖBA-Leistungen“ soll ausgehend von der Ermittlung des derzeit üblichen Leistungsfeststellungsprozesses Anknüpfungspunkte zum optimierten Einsatz von digitalen Erfassungssystemen für den Hochbau – im Speziellen für ÖBA-Leistungen – entwickelt werden. Diese Systeme werden an Pilotprojekten unter wissenschaftlicher Begleitung umgesetzt.

Die vorgestellten Projekte, sollen zu einem BIM-gestützten Prozess in der Bauausführung beitragen und somit eine Verbindung zwischen der Planung und dem Betrieb von Gebäuden herstellen.

Literaturverzeichnis**Accenture GmbH (2016)**

Accenture GmbH: Digitalisierung entzaubern – wie die deutschen Top500 digitale Blockaden lösen, Studie, 2016, Seiten 1-4

Apple Inc. (2018)

Apple Inc. „ARKit“, <https://developer.apple.com/arkit/> (abgerufen am 21. Februar 2018)

Bachinger (2018)

Bachinger, David: Digitale Prozessunterstützung im Asphaltstraßenbau, TU Wien, Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement, Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik, 2018, Seite 1-112

Chriti (2015)

Chriti, Manuela: Aufnahme des zeitlichen Arbeitsaufwandes und Ermittlung von Stundenaufwandswerten des technischen Führungspersonals bei Bauvorhaben im Bereich Tiefbau/Infrastrukturbau, TU Wien, Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement, Forschungsbereich Bauwirtschaft, 2015, Seite 68

Das/Cheng/Kumar (2015)

Das, Moumita; Cheng, CP Jack; Kumar, S Srinath: Social BIMCloud: a distributed cloud-based BIM platform for object-based lifecycle information exchange, Visualization in Engineering, Hong Kong, 2015

Goger/Piskernik/Urban (2017)

Goger, Gerald; Piskernik, Melanie; Urban, Harald: Studie Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen, BMVIT und WKO, TU Wien, Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement, Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik, 2017, Seiten 1-139

Huymajer/Winkler (2018)

Huymajer, Marco; Winkler, Leopold: Die Digitalisierung als eine Maßnahme zur Lösung der Probleme in der Bauwirtschaft, In: Goger, Gerald; Winkler Leopold (Hrsg.): Tagungsband Zukunftsfragen des Baubetriebs, TU Wien, Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement, Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik, 2018, Seiten 182-202

McKinsey & Company (2017)

McKinsey & Company: Reinventing Construction: A Route to Higher Productivity, Executive Summary. McKinsey Global Institute, 2017, Seite 7-10

Piskernik/Winkler (2017)

Piskernik, Melanie; Winkler, Leopold: Digitales Datenmanagement und automatisierter Abrechnungsprozess am Beispiel von Injektionsarbeiten, Tagungsband 28.BBB-Assistententreffen, Technische Universität Kaiserslautern, 2017, Seiten 227-239

Reithmeier (2013)

Reithmeier Martin: ÖBA – Die Rolle der Örtlichen Bauaufsicht, TU Wien, Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement, Forschungsbereich Bauwirtschaft, 2013, Seite 1

Vergabeprozesse bei Integrierten Projektabwicklungsmodellen – Internationale Variantenbetrachtung unter Beachtung des Preiskriteriums

S. Scharpf | A. Al Khafadji

DOL: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141208-0>

Dipl.-Wirt.-Ing. Sebastian Scharpf
Institut für Baubetriebslehre
Universität Stuttgart
sebastian.scharpf@ibl.uni-stuttgart.de

Amer Al Khafadji, M.Sc. M.Sc.
Institut für Baubetriebslehre
Universität Stuttgart
amer.alkhafadji@ibl.uni-stuttgart.de

Inhalt

1	Einleitung	286
2	Integrierte Projektabwicklungsmodelle.....	286
2.1	Historie und Entwicklung.....	286
2.2	Merkmale.....	287
2.3	Projektphasen.....	288
3	Variantenbetrachtung von Vergabeprozessen	288
3.1	Grundlagen.....	289
3.2	Varianten und Gegenüberstellung.....	289
3.2.1	Differenzierung nach dem Preiskriterium	289
3.2.2	Vergabeprozess ohne Preiskriterium	290
3.2.3	Vergabeprozess mit Preiskriterium	291
3.2.4	Gegenüberstellung der Vergabeprozesse.....	291
3.3	Kritische Betrachtung.....	293
4	Zusammenfassung	293

1 Einleitung

Traditionelle Verfahren und Modelle zur Abwicklung von Bauprojekten haben sich in der Vergangenheit als konfliktanfällig und ineffizient erwiesen. International wurden alternative Projektabwicklungsmodelle entwickelt, die die Zusammenarbeit fördern und die effiziente Erreichung der Projektziele in den Vordergrund stellen. In Australien und in den USA sind diese bspw. unter den Namen Project Alliancing bzw. Integrated Project Delivery bekannt. Die Grundprinzipien dieser Modelle gleichen sich. Sie haben zum Ziel, den Wertschöpfungsanteil in Projekten durch intensive, gar erzwungene Kooperation zu erhöhen und eine effiziente Projektabwicklung für alle Projektbeteiligten zu ermöglichen.

In Deutschland sind die Modelle – im Folgenden Integrierte Projektabwicklungsmodelle genannt – bislang kaum bekannt oder genutzt. Hemmnisse sind, neben mangelnder Kenntnis, insbesondere kulturelle Eigenheiten und rechtliche Rahmenbedingungen. Es ist daher notwendig, Wissen über die Modelle zu verbreiten, international bestehende Ansätze auf die deutsche Bauwirtschaft in geeigneter Weise zu übertragen und auch kompatible rechtliche Rahmenbedingungen zu schaffen.

Ein wesentlicher Baustein für die erfolgreiche Anwendung eines Integrierten Projektabwicklungsmodells ist der Prozess zur Auswahl der geeigneten Projektpartner, der sich von Vergabeprozessen für traditionelle Abwicklungsformen abgrenzt. Dieser Beitrag hat daher zum Ziel, auf Basis von Beiträgen aus Australien, den USA, Großbritannien und Finnland einen Überblick über mögliche Vorgehensweisen zu geben und diese gegenüberzustellen.

2 Integrierte Projektabwicklungsmodelle

Nachfolgend werden zunächst die Historie und die Entwicklung der Integrierten Projektabwicklungsmodelle vorgestellt. Daran schließen sich Erläuterungen zu den allgemeinen Merkmalen und den Projektphasen an.

2.1 Historie und Entwicklung

Der Ursprung der Integrierten Abwicklungsmodelle geht zurück auf ein risikobehaftetes Projekt zum Bau einer Ölplattform von British Petroleum in der Nordsee in den neunziger Jahren. British Petroleum erkannte, dass ein neues Vertragsmodell einen Rahmen schaffen musste, der zu Teamgeist, Beziehungsentwicklung und Vertrauen verpflichtete, um das Projekt zum Erfolg zu führen. Das entwickelte Modell zielte darauf ab, Risiken zwischen allen Beteiligten aufzuteilen. Es wurden gemeinsam Zielkosten definiert, deren Über- oder Unterschreitung ebenfalls gemeinsam getragen werden sollten. Darüber hinaus wurden die Projektbeteiligten auf Basis ihrer Eignung und Erfahrung ausgewählt. Für das Projekt konnten schließlich umfassende finanzielle und zeitliche Einsparungen realisiert werden.¹

Weiterentwickelt wurde das Modell insbesondere in Australien unter dem Titel Project Alliancing. Durch den Erfolg erster Projekte dort verbreitete sich die Projektabwicklungsform zu-

¹ Vgl. Bakshi (1995)

nehmend.² In Großbritannien wurde zu ähnlicher Zeit mit den Modellen gearbeitet und auch Grundlagenliteratur geschaffen.³ Etwas später entwickelte sich in den USA das sogenannte Integrated Project Delivery. Wesentliche Beiträge wurden hier durch das American Institute of Architects und durch ConsensusDocs geliefert.⁴ Auch in Finnland werden seit einiger Zeit Projektallianzmodelle zahlreich angewendet.⁵

Die Modelle weisen große Gemeinsamkeiten auf. Sie basieren auf Mehrparteienverträgen und gleichen Mechanismen. Unterschiede liegen z. B. beim US-amerikanischen Modell gegenüber den anderen Modellen in der statuierten Nutzung der BIM-Methode und von Elementen des Lean Management.⁶

2.2 Merkmale

Bei einem Integrierten Projektabwicklungsmodell schließen sich Auftraggeber und Dienstleister auf Basis einer Abwicklungsvereinbarung zur Umsetzung eines Projekts zu einem integrierten Team zusammen.⁷ Das Modell fußt auf den in Tabellen 1 dargelegten Merkmalen, die als Bestandteil eines Mehrparteienvertrages festgeschrieben werden.⁸

Tabelle 1: Merkmale von Integrierten Projektabwicklungsmodellen⁹

Grundlegende Prinzipien	<ul style="list-style-type: none">• Gleichrangigkeit der Partner (Auftraggeber und Dienstleister)• Einstimmigkeit der Entscheidungen und gleichwertiges Stimmrecht• Entscheidungen im Sinne des Projekts und Lösungsorientierung• Transparenz, Vertrauen, Integrität und Respekt• Haftungsausschluss und Rechtsmittelverzicht• Dreistufiges Vergütungssystem mit Bonus-/Malus-Regelung und offenen Büchern• Gemeinsame Risikoteilung und gemeinsamer Gewinn bzw. Verlust• Offenheit, Ehrlichkeit, direkte Kommunikation und gegenseitige Unterstützung• Stellenbesetzung entsprechend der besten Tätigkeitseignung• Frühe Einbindung von Schlüsselbeteiligten• Frühe und gemeinsame Definition der Projektziele• Effizienzgewinne durch intensivierte Planung
Fördernde Elemente	<ul style="list-style-type: none">• Building Information Modeling• Lean Design und Lean Construction

Die Projektabwicklungsform ist für Projekte geeignet, die besonders komplex und deren Risiken nur schwer zu quantifizieren sind.¹⁰

Für das Verständnis des Beitrags im Folgenden sind Grundkenntnisse über das dem Abwicklungsmodell zugrunde liegende Vergütungssystem erforderlich. Grundlage für dieses ist – korrespondierend mit den erwähnten Prinzipien – ein gemeinsam durch den Auftraggeber

² Vgl. Sakal (2005)

³ Vgl. Scott (2001)

⁴ Vgl. AIA (2007), ConsensusDocs (2016)

⁵ Vgl. Merikallio (2018)

⁶ Vgl. Raisbeck/Millie/Maher (2010)

⁷ Vgl. Ross (2003)

⁸ Vgl. Schlabach/Fiedler (2018)

⁹ Eigene Darstellung in Anlehnung an Schlabach/Fiedler (2018), AIA (2007), NASFA et al. (2010), Ross (2003)

¹⁰ Vgl. Australian Government (2015)

und den oder die Dienstleister erarbeitetes Leistungs-Soll sowie die korrespondierenden Gesamt-Zielkosten. Den Dienstleistern werden alle Herstellkosten für das Projekt direkt sowie die Allgemeinen Geschäftskosten und der Gewinn zusätzlich vergütet. Einsparungen oder Zusatzaufwendungen bei der Projektumsetzung werden zwischen Auftraggeber und Dienstleistern geteilt. Weitere Anreize werden über ein Bonus-Malus-System, das über Leistungsindikatoren gesteuert wird, geschaffen.¹¹

2.3 Projektphasen

Projekte, die mittels Integrierter Projektabwicklungsmodelle abgewickelt werden, können in fünf Projektphasen gegliedert werden. Diese sind (1) die Strategieentwicklung, (2) die Partnerauswahl mit Abwicklungsvereinbarung, (3) die Projektdefinition und Grobplanung, (4) die Detailplanung und Bauausführung sowie (5) die Mängelbeseitigung. Die zentralen Ziele in den einzelnen Phasen sind in Tabelle 2 dargelegt.

Tabelle 2: Projektphasen¹²

Projektphase 1 Strategie- entwicklung	Projektphase 2 Partnerauswahl und Abwicklungsverein- barung	Projektphase 3 Projektdefinition und Grobplanung	Projektphase 4 Detailplanung und Bauausführung	Projektphase 5 Mängelbeseitigung
Entwicklung Verga- be- und Abwick- lungsstrategie	Partnerauswahl mit qualitativen und ggf. preislichen Kriterien	Einrichtung gemein- sames Projektbüro	Einrichtung Baustel- le und gemeinsa- mes Projektbüro	Mängelbeseitigung
	Festlegung Organi- sation und Prinzi- pien der Zusam- menarbeit	Gemeinsame Ent- wicklung Leistungs- Soll und Zielkosten	Fertigstellung der Ausführungspla- nung und Bauaus- führung	Ggf. Anpassung Vergütung nach dem vereinbarten System
	Festlegung anreizbasiertes Vergü- tungssystem	Erarbeitung Ent- wurfsplanung und Beginn Ausfüh- rungsplanung	Umsetzung und Kontrolle des an- reizbasierten Ver- gütungssystems	
	Abschluss Projekt- abwicklungsverein- barung oder Inte- rimsvereinbarung	Detaillierte Ausge- staltung des Vergü- tungssystems	Abrechnung	

3 Variantenbetrachtung von Vergabeprozessen

Nachfolgend werden nach einführenden Erläuterungen die verschiedenen Varianten von Vergabeprozessen betrachtet und gegenübergestellt. Das Kapitel schließt ab mit einer kritischen Betrachtung.

¹¹ Vgl. Ross (2003), Scott (2001), AIA (2007)

¹² Eigene Darstellung in Anlehnung an Schlabach/Fiedler (2018)

3.1 Grundlagen

Im Vergabeverfahren setzt der Auftraggeber ein Auswahlgremium ein. Idealerweise setzt sich dieses aus späteren Mitglieder des Projektteams zusammen, um bereits so früh wie möglich persönliche Kontakte aufzubauen und den Wissenstransfer in das Projekt von Beginn an zu fördern. Dabei sollte die Zusammensetzung der Mitglieder so gewählt sein, dass für alle im Vergabeprozess maßgebenden Kriterien ausreichende Fachexpertise vorhanden ist. Gegebenenfalls kann die Einbindung externer Spezialisten erfolgen.¹³

Es besteht die Möglichkeit, zuerst den Planer und im Nachgang den Ausführenden in Stufen und getrennten Prozessen auszuwählen. Dies kann dem Auftraggeber einerseits mehr Flexibilitätsgrade geben, wenn er die Planung zunächst frei entwickeln möchte. Andererseits kann die erst spätere Einbeziehung des Ausführenden das Integrierte Abwicklungsmodell schwächen. Wird davon abgesehen, bilden Planer und Ausführender ein Bewerberkonsortium, das den Vergabeprozess gemeinschaftlich durchläuft.¹⁴ Darüber hinaus ist zu beachten, dass Subunternehmer oder Berater, die keine Schlüsselrolle im Projekt einnehmen, erst später bei Bedarf im Projektverlauf ausgewählt und dann mittels Neben- oder Beitrittsvereinbarungen einbezogen werden.¹⁵

Im Folgenden werden stufenweise Projekteinstiege nicht weiter betrachtet, sondern nur die Varianten eines Vergabeprozesses mit einem Schlüsseldienstleister oder einem Konsortium.

3.2 Varianten und Gegenüberstellung

Unterschiede in den Vergabeprozessen ergeben sich besonders aus der Einbeziehung oder der Vernachlässigung von Preiskriterien. So werden zunächst die Differenzierung nach dem Preiskriterium erläutert sowie anschließend die sich daraus ergebenden Prozessvarianten vorgestellt und gegenübergestellt.

3.2.1 Differenzierung nach dem Preiskriterium

Die Gestaltung der Vergabeprozesse für Integrierte Abwicklungsmodelle ist abhängig von der Einbeziehung preislicher Kriterien. Hierbei sind wie in Tabelle 3 dargestellt grundsätzlich zwei Varianten voneinander abzugrenzen.

Tabelle 3: Unterscheidung der Auswahlkriterien nach Vergabevarianten¹⁶

Bewertungs- kriterien	Vergabevariante 1: ohne Preiskriterium	Vergabevariante 2: mit Preiskriterium	
		Vergabevariante 2a	Vergabevariante 2b
Qualitativ	Ja	Ja	Ja
Preislich	Nein	Teil-Zielkosten oder Zuschläge	Gesamt-Zielkosten

Variante 1 stellt einen Vergabeprozess ohne Preiswettbewerb dar. In diesem werden die Bewerber ausschließlich auf Basis qualitativer Kriterien bewertet und ausgewählt.¹⁷ Es folgt

¹³ Vgl. State of Victoria (2006)

¹⁴ Vgl. Schlabach (2013), Scott (2001)

¹⁵ Vgl. Fischer et al. (2017)

¹⁶ Eigene Darstellung

erst in Projektphase 3 (vgl. Kap. 2.3) die gemeinsame Entwicklung von Leistungs-Soll und Gesamt-Zielkosten.

Variante 2 schließt demgegenüber Preiskriterien ein, wobei die Bewerber zu einem Zwischenstadium des Vergabeverfahrens jeweils Angebote abgeben. Es können grundsätzlich zwei Untervarianten der Verfahrensgestaltung unterschieden werden. Entweder werden als Variante 2a nur Teile der Zielkosten herangezogen, oder aber als Variante 2b die Zielkosten als Gesamtes.¹⁸ In Finnland wird zur Umsetzung europäischen Vergaberechts eine Preiskomponente im Bieterwettbewerb verlangt. Dieser Anforderung wird Rechnung getragen, indem die angestrebten Zuschläge für die Allgemeinen Geschäftskosten und den Gewinn abgefragt werden. Diese Umsetzungsmöglichkeit wird der Variante 2a zugeordnet. Nach der Auswahl des geeignetsten Bewerbers wird die vorgeschlagene Projektlösung gemeinsam in Projektphase 3 weiterentwickelt.¹⁹

3.2.2 Vergabeprozess ohne Preiskriterium

Bei dem Vergabeprozess ohne Preiskriterium werden insbesondere Workshops genutzt, um auf Basis von zuvor festgelegten Kriterien die geeignetsten Bewerber zu selektieren. Eine US-amerikanische Projektstudie sieht in den Workshops ein effektives Instrument, um die Bewerber auf ihre Kooperationsfähigkeit testen und bewerten zu können.²⁰

Zunächst wird jedoch in einer Präqualifikationsstufe üblicherweise die grundsätzliche Eignungsfähigkeit zur Durchführung des Projekts anhand von Eingangskriterien festgestellt. Bewerber, die die Mindestanforderungen nicht erfüllen, werden im weiteren Auswahlprozess nicht berücksichtigt. Bewerber, die die Mindestanforderungen erfüllt haben, werden für das weitere Vergabeverfahren zugelassen.

Anschließend soll die Zahl der Bewerber reduziert werden. Das Auswahlgremium beurteilt die Bewerber anhand von Workshops weiter auf ihre Eignung und Leistungsfähigkeit. Die Kriterien betreffen bspw. organisatorisch-abwicklungsspezifische Fragestellungen sowie die technischen und weiteren Kompetenzen und Fähigkeiten der Bewerber. Sie sind also qualitativer Natur. Durch das Auswahlgremium werden die Ergebnisse der Workshops verglichen und dann bspw. die besten zwei Bewerber für das weitere Verfahren ausgewählt.

Danach kann das Potential der verbliebenen Bewerber vertieft untersucht werden. Dazu werden die Bewerber in intensiven, auch mehrtägigen Workshops, bspw. in den Bereichen Abwicklungsstrategie, Projektbeteiligte, Organisation sowie Entwicklungsprozess von Leistungs-Soll und Zielkosten getestet. Das Auswahlgremium bewertet die Leistung der Bewerber und wählt den geeignetsten Bewerber aus.

Zuletzt sind zwischen Auftraggeber und Bewerber die kaufmännischen Details, wie Zuschlagssätze oder die Struktur des Vergütungssystems, abzustimmen. Danach kann die Abwicklungsvereinbarung über alle Projektphasen geschlossen werden.²¹ Denkbar ist auch

¹⁷ Vgl. Australian Government (2015)

¹⁸ Vgl. Australian Government (2015), Scott (2001)

¹⁹ Vgl. Merikallio (2018), Lahdenperä (2014)

²⁰ Vgl. Townes/Franz/Leicht (2015)

²¹ Vgl. Australian Government (2015), LCI (2015), Ross (2003)

der Abschluss einer Interimsvereinbarung bis zum Ende der Projektdefinition (Projektphase 3), um den Parteien Ausstiegsmöglichkeiten offen zu lassen.

3.2.3 Vergabeprozess mit Preiskriterium

Bei dem Vergabeprozess mit Preiskriterien findet, wie bereits bei dem Vergabeprozess ohne Preiskriterium, zunächst eine Reduzierung mittels Präqualifikation und erster Workshop-Runde auf wenige Bewerber statt.

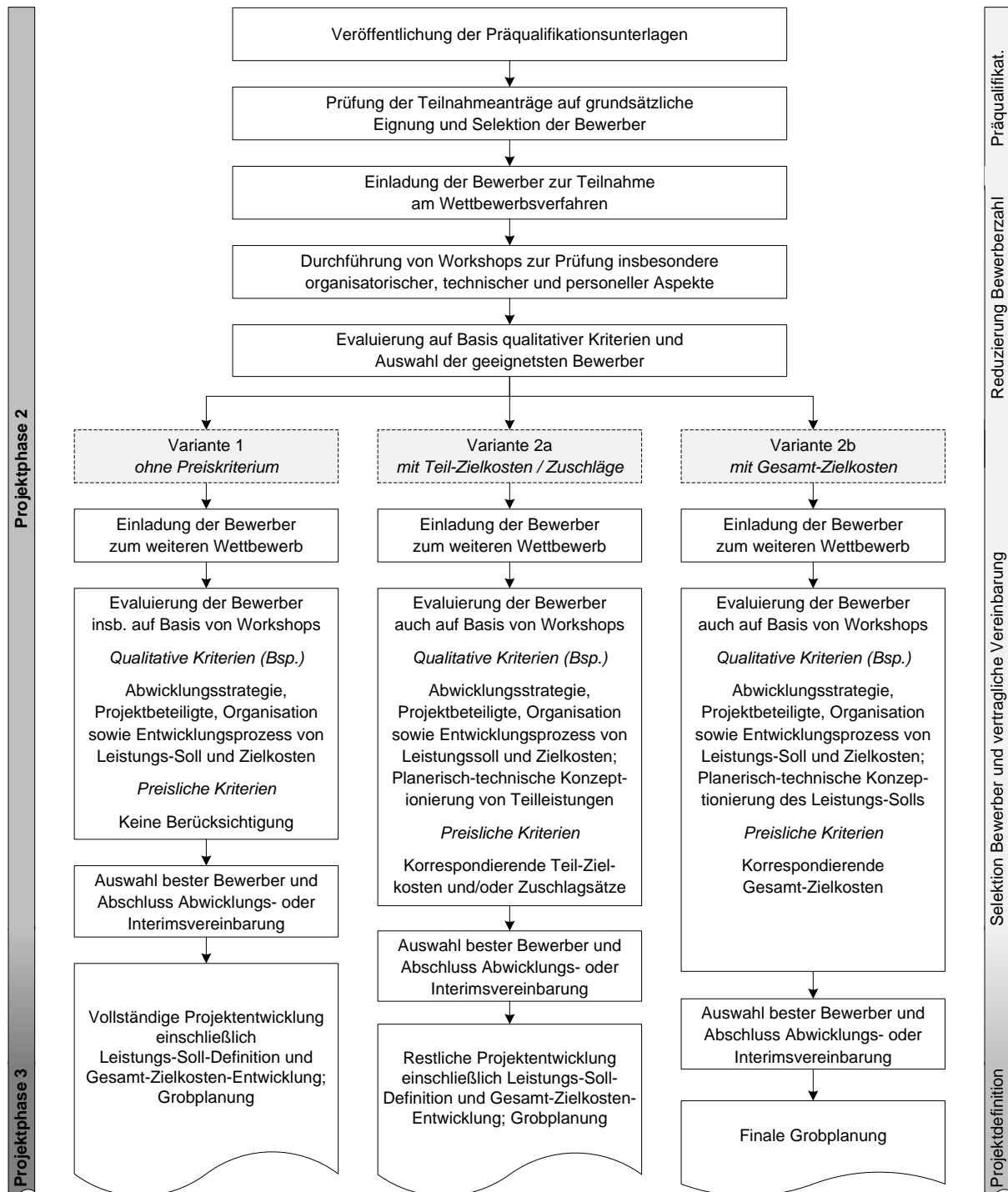
Im Anschluss erfolgt eine, von Workshops begleitete, intensive Wettbewerbsphase mit dem Endziel, die Bewerber auf Basis einerseits qualitativer und andererseits preislicher Kriterien zu bewerten und eine Rangfolge zu bilden. Die qualitativen Kriterien fokussieren sich wiederum bspw. auf die Bereiche Abwicklungsstrategie, Projektbeteiligte, Organisation sowie Entwicklungsprozess von Leistungs-Soll und Zielkosten. Für die preislichen Kriterien gibt es zwei Möglichkeiten, diese in den Vergabeprozess einfließen zu lassen. Entweder haben die Bewerber im Rahmen dieser Wettbewerbsphase auf Basis eines vollständigen Leistungs-Solls die Gesamt-Zielkosten zu erarbeiten. Oder aber die Bewerber müssen sich auf ausgewählte Leistungselemente des Bau-Solls und die entsprechende Teil-Zielkosten konzentrieren. Unter Teil-Zielkosten können auch die Zuschlagssätze für Allgemeine Geschäftskosten und Gewinn gefasst werden. Das Auswahlgremium bewertet und vergleicht die Ergebnisse und wählt den besten Bewerber aus.

Wiederum schließen sich die Abstimmung der kaufmännischen Details sowie der Abschluss der Abwicklungsvereinbarung an.²² Auch hier ist eine Interimsvereinbarung denkbar.

3.2.4 Gegenüberstellung der Vergabeprozesse

Die Varianten der Vergabeprozesse werden nachfolgend zur Vergleichbarkeit mithilfe eines Prozessdiagramms in Abbildung 1 dargestellt. Es wird die Auftraggeberperspektive eingenommen.

²² Vgl. Australian Government (2015), Scott (2001)

Abbildung 1: Gegenüberstellung Vergabeprozesse²³

Auf die jeweiligen Zielgrößen der Bewerberzahlen in den einzelnen Prozessstufen wird an dieser Stelle nicht eingegangen. Diese sind jeweils individuell an die projektspezifischen und externen, z. B. rechtlichen, Rahmenbedingungen in geeigneter Weise anzupassen.

²³ Eigene Darstellung

3.3 Kritische Betrachtung

Die die Preiskriterien einschließende Varianten 2a und 2b sind in der Praxis umstritten. Es wird u. a. das Risiko der unzureichenden Entwicklung eines Projektverständnisses aufgrund mangelnder Anreize in der Wettbewerbsphase sowie ein mangelndes Erproben der Zusammenarbeit im integrierten Projektteam bemängelt. Der Philosophie der Integrierten Projektabwicklungsmodelle kann insgesamt nicht vollständig gefolgt werden, was sich negativ im weiteren Projektverlauf auswirken kann.²⁴ Auf der anderen Seite wird für die Variante 1 ohne die Preiskriterien bspw. die nicht direkt mögliche Bewertung der Wirtschaftlichkeit auf Basis finanzieller Größen kritisiert.²⁵ Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass der Aufwand für die Beteiligten, sowohl auf Auftraggeber- als auch auf Bewerberseite, in Abhängigkeit des gewählten Vorgehens variiert. So ist bspw. für die Bewerber ein größerer Aufwand gegenüber den anderen Varianten für den Prozess mit Ausarbeitung von vollständigem Leistungs-Soll und der Gesamt-Zielkosten zu erwarten.

Eine Abwägung der Argumente und Entscheidung für eine Variante muss projektspezifisch und unter Berücksichtigung der in der Projektumgebung gegebenen kulturellen, organisatorischen, politischen und rechtlichen Rahmendbedingungen erfolgen.

4 Zusammenfassung

Zur Optimierung der Abwicklung von Bauprojekten können Integrierte Projektabwicklungsmodelle eine geeignete Methode darstellen. Hierbei muss den Prinzipien und der Philosophie der Modelle folgend ein sich von traditionellen Vorgehensweisen abgrenzendes Vergabeverfahren zur Auswahl der beteiligten Dienstleister zur Anwendung kommen.

Der Beitrag erläutert nach Darlegung wesentlicher Grundlagen die unterschiedlichen Vergabeprozesse bei Integrierten Projektabwicklungsmodellen auf Basis einer internationalen Variantenbetrachtung und unter Beachtung des Preiskriteriums. Es werden im Wesentlichen zwei verschiedene Vergabeprozesse für die Auswahl der geeigneten Bewerber unterschieden. Zum einen gibt es den Vergabeprozess ohne Berücksichtigung von Preiskriterien, nur mit qualitativen Auswahlkriterien, sowie zum anderen den Prozess, der beide Kriterienarten berücksichtigt. Letztgenannter verfügt über zwei Untervarianten, wobei entweder die Bewerber Teil-Leistungen mit Teil-Zielkosten entwickeln und ggf. auch nur Zuschlagsätze angeben. Oder aber die Bewerber haben ein vollständiges Bau-Soll mit Gesamt-Zielkosten auszuarbeiten.

Die Varianten bieten jeweils Vor- und Nachteile im Hinblick auf die Umsetzung der Philosophie und Prinzipien der Integrierten Projektabwicklungsmodelle, die Implementierung des Wettbewerbsgedankens und den Aufwand für die Beteiligten.

²⁴ Vgl. Ross (2008), Australian Government (2015)

²⁵ Vgl. Schlabach (2013)

Literaturverzeichnis**AIA (2007)**

American Institute of Architects (AIA): Integrated Project Delivery – A Guide, 2007, S. 1 ff., S. 5 ff., S. 35, <https://www.aia.org/resources/64146-integrated-project-delivery-a-guide> (16.04.2018)

Australian Government (2015)

Australian Government – Department of Infrastructure and Regional Development: National Alliance Contracting Guidelines – Guide to Alliance Contracting, 2015, S. 10, S. 15, S. 86 ff., <https://infrastructure.gov.au/infrastructure/ngpd> (16.04.2018)

Bakshi (1995)

Bakshi, Ash: Alliance changes economics of Andrew Field development. In: Offshore Magazine, 1995, <https://www.offshore-mag.com/articles/print/volume-55/issue-1/news/general-interest/alliances-partnerships-alliance-changes-economics-of-andrew-field-development.html> (16.04.2018)

ConsensusDocs (2016)

ConsensusDocs: ConsensusDocs Guidebook, 2016, S. 67 f., https://www.consensusdocs.org/footersection_resources/guidebook (16.04.2018)

Fischer et al. (2017)

Fischer, Martin; Ashcraft, Howard; Reed, Dean; Khanzode, Atul: Integrating Project Delivery, Hoboken: John Wiley & Sons, 2017, S. 382

Lahdenperä (2014)

Lahdenperä, Pertti: In search of a happy medium: price components as part of alliance team selection, Espoo: VTT Technical Research Centre of Finland, 2014, S. 13 ff.

LCI (2015)

Lean Construction Institute: Team Partner Selection, 2015, S. 5, http://leanconstruction.org/media/learning_laboratory/partner_selection/teampartner_selection.pdf (19.04.2018)

Merikallio (2018)

Merikallio, Lauri: Alliancing in Finnland. In: Fiedler, Martin (Hrsg.): Lean Construction – Das Managementhandbuch, München: Springer Gabler, 2018, S. 294, S. 298

NASFA et al. (2010)

National Association of State Facilities Administrators (NASFA); Construction Owners Association of America (COAA); The Association of Higher Education Facilities Officers (APPA); Associated General Contractors of America (AGC); American Institute of Architects (AIA): Integrated Project Delivery for Public and Private Owners, 2010, S. 5 ff., https://www.nsba.org/sites/default/files/file/03_xb_powell_keith_discussion_solicitations_minutes_cost_sheet.pdf (16.04.2018),

Raisbeck/Millie/Maher (2010)

Raisbeck, Peter; Millie, Ramsay; Maher, Andrew: Assessing Integrated Project Delivery: A Comparative Analysis Of IPD and Alliance Contracting Procurement Routes. In: Egbu, C. (Ed) Procs 26th Annual ARCOM Conference, 6-8 September 2010, Leeds, Association of Researchers in Construction Management, S. 1019 ff.

Ross (2003)

Ross, Jim: Introduction to Project Alliancing (on engineering & construction projects), 2003, S. xiii f., S. 1, S. 4 ff., S. 7 f., <https://iccpm.com/content/benefits-realisation-project-management> (16.04.2018),

Ross (2008)

Ross, Jim: Price competition in the alliance selection process – 9 reasons why I favor the single DCT approach – a personal perspective. In: Infrastructure Delivery Alliance Forum, 09.04.2008, Perth, 2008, S. 7 ff.

Sakal (2005)

Sakal, Matthew: Project Alliancing: A Relational Contracting Mechanism for Dynamic Projects. In: Lean Construction Journal, Volume 2, Issue 1, 2005, S. 68 ff.

Schlabach (2013)

Schlabach, Carina: Untersuchungen zum Transfer der australischen Projektabwicklungsform Project Alliancing auf den deutschen Hochbaumarkt. In: Racky, Peter (Hrsg.): Schriftenreihe Bauwirtschaft, Forschung 25, zugleich Dissertation an der Universität Kassel, Kassel: Kassel University Press, 2013, S. 91 ff.

Schlabach/Fiedler (2018)

Schlabach, Carina; Fiedler, Martin: Projektallianz als kooperationsorientiertes Partnerschaftsmodell und ihr Partnerauswahlprozess. In: Fiedler, Martin (Hrsg.): Lean Construction – Das Managementhandbuch, München: Springer Gabler, 2018, S. 253, S. 256 f.

Scott (2001)

Scott, Bob: Partnering in Europe – Incentive Based Alliancing For Projects, London: Thomas Telford, 2001, S. xv, S. 1 ff., S. 15, S. 55 ff., S. 84 ff.

State of Victoria (2006)

State of Victoria – Department of Treasury and Finance: Project Alliancing – Practitioner's Guide, Melbourne: Department of Treasury and Finance, 2006, S. 133

Townes/Franz/Leicht (2015)

Townes, Allison; Franz, Bryan; Leicht, Robert: A Case Study of IPD Team Selection. In: Engineering Project Organization Conference, 24-26 June 2015, The University of Edinburgh, 2015, S. 12 f.

Status quo der Konfliktbeilegungspraxis in der deutschen Bauwirtschaft

A. Miguel | C. Zech | S. Haghsheno

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141211-0>

Ana Schilling Miguel, M.Sc.

Institut für Technologie und Management im Baubetrieb

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

ana.miguel@kit.edu

Charlotte Zech, B.Sc.

Institut für Technologie und Management im Baubetrieb

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

charlotte.zech@student.kit.edu

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Kfm. Shervin Haghsheno

Institut für Technologie und Management im Baubetrieb

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

shervin.haghsheno@kit.edu

Inhalt

1	Einleitung	298
2	Streitursachen und Streitgegenstände	298
3	Konflikteskalation.....	300
4	Verfahren der Konfliktbeilegung.....	301
	4.1 Einführung	301
	4.2 Gerichtliche Verfahren	302
	4.3 Außergerichtliche Verfahren	303
	4.4 Konfliktbeilegungsverfahren im Kontext der Konflikteskalation.....	304
5	Anwendung in der Praxis	304
6	Fazit und Ausblick	306

1 Einleitung

Projekte im Bauwesen weisen ein hohes Konfliktpotential auf. Trotz einer guten Planung und einer langen Vorbereitung können Konflikte im Laufe eines Bauvorhabens nie ganz ausgeschlossen werden. Die Gründe hierfür sind vielschichtig:

Die Herstellung eines Bauwerks ist einzigartig und oftmals technisch sehr komplex. Trotz vorangegangener Planung herrschen zum Zeitpunkt des Baubeginns noch viele Ungewissheiten, beispielsweise hinsichtlich der Baugrundverhältnisse, die sich meist erst im Laufe des Projektes klären. Eine baubegleitende Planung ist, oftmals aufgrund des vorherrschenden Zeitdrucks, gängige Praxis.

Die sich im Verlauf des Bauvorhabens verändernden Umstände führen dazu, dass viele Probleme nicht vorhersehbar sind und Entscheidungen oftmals direkt vor Ort getroffen werden müssen. Dabei besteht das Projektteam aus einer Vielzahl von unterschiedlichen Unternehmen mit verschiedenen Interessen, die für das jeweilige Projekt neu zusammengesetzt worden sind. Selten können sie auf bestehende Beziehungen zurückgreifen und müssen sich als Projektteam neu aufeinander einstellen. Erschwerend kommt hinzu, dass in der Branche trotz steigender Preise weiterhin hoher Kosten- und Zeitdruck vorherrschen. Jede Störung oder Verzögerung innerhalb des Bauablaufs führt schnell zu hohen Folgekosten. Insgesamt ist der Druck auf die Projektbeteiligten sehr hoch.

Der vorliegende Beitrag gibt einen Überblick über die aktuelle Praxis der Konfliktbeilegung in der deutschen Bauwirtschaft.

2 Streitursachen und Streitgegenstände

Für das Verständnis von Konflikten, die im Rahmen der Realisierung von Bauvorhaben entstehen, bedarf es zunächst einer Abgrenzung zwischen den zugrundeliegenden Streitursachen und den sich daraus ergebenden Streitgegenständen. Unter Streitursache wird ein Ereignis bzw. ein Umstand verstanden, das als Auslöser für den späteren Konflikt betrachtet werden kann und damit in einem kausalen Verhältnis steht. Der Streitgegenstand hingegen ist die im Zuge der Auseinandersetzung tatsächlich behandelte Streitfrage. Folgendes Beispiel soll den Unterschied verdeutlichen: Bei einem Konflikt kann die Streitursache eine ungenaue Leistungsbeschreibung sein, während der Streitgegenstand die daraus resultierende, in Rechnung gestellte Nachtragsforderung ist.¹

Streitursachen

Im Rahmen einer Untersuchung von HAGHSHENO und KABEN im Jahr 2005 wurde eine schriftliche Umfrage unter an der Bauabwicklung beteiligten Ingenieuren und Juristen durchgeführt. Die Teilnehmer mussten hierbei u.A. angeben, bei wie viel Prozent der von ihnen durchgeführten Projekte Konflikte entstanden sind, die auf die aufgeführten oder zu ergänzenden Streitursachen zurückzuführen sind. Das Ergebnis ist in Abbildung 1 dargestellt.

¹ Vgl. Haghsheno/Kaben 2005, S. 264

Abgebildet sind hier die durchschnittlichen Häufigkeitsangaben der Befragten über die verschiedenen Streitursachen hinweg.²

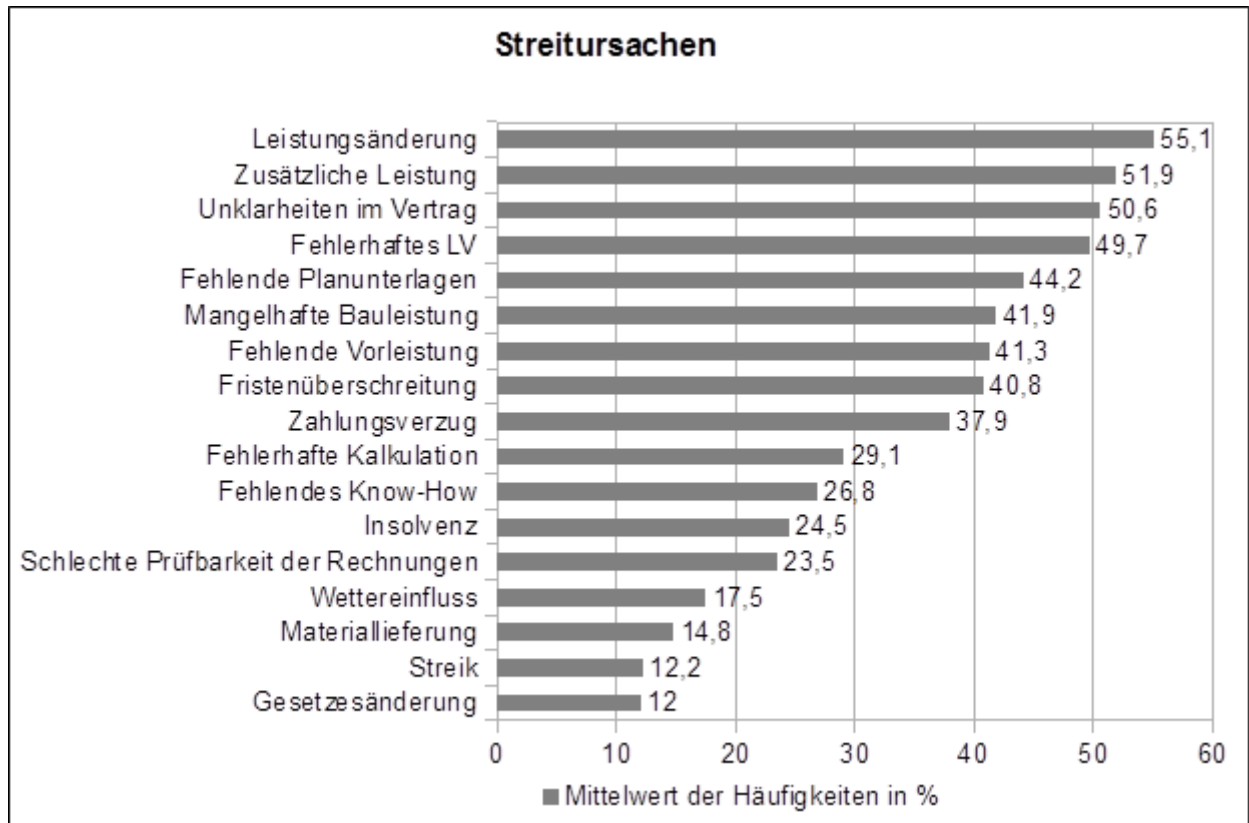


Abbildung 1: Streitursachen – durchschnittliche Häufigkeitsangaben³

Wie in der Abbildung zu erkennen ist, ergab die Befragung, dass bei 55,1% der Projekte die Ursache der Konflikte in geänderten Leistungen liegt. An zweiter Stelle werden zusätzliche Leistungen mit einer Häufigkeit von 51,9% aufgeführt.⁴

Änderungen der vertraglich vereinbarten Leistungen im Laufe eines Projektes können mehrere Gründe haben. Neben den im Rahmen der Projektrealisierung stets vorhandenen Unsicherheiten und Ungewissenheiten, kann bereits mit der Art der Vergabe der Grundstein für spätere Änderungen gelegt werden. Da Auftraggeber (AG) stets eine Kostenminimierung anstreben, wählen sie bei der Vergabe häufig den günstigsten Auftragnehmer (AN). Um wettbewerbsfähig zu sein, muss der AN daher bereits bei der Angebotsabgabe einen möglichst niedrigen Preis anbieten. In diesem Fall kann der AN mit seiner Angebotssumme oft nur die eigenen Kosten decken, ohne einen kalkulatorischen Gewinn zu berücksichtigen. Um Gewinn zu erzielen, ist der AN im Laufe des Projektes bestrebt das günstige Angebot durch besser vergütete geänderte und zusätzliche Leistungen zu kompensieren und soweit möglich Behinderungen und Bauzeitverlängerungen geltend zu machen. Diese sind häufig Ursache von späteren Konflikten.⁵

² Ebenda, S.267

³ Haghsheno/Kaben 2005, S. 267

⁴ Ebenda, S.266

⁵ Vgl. Elwert/Flassak 2010, S.53ff

Streitgegenstände

In der Studie von HAGHSHENO UND KABEN wurden auch die in Konflikten behandelten Streitgegenstände untersucht. Das Ergebnis ist Abbildung 2 zu entnehmen. Hier ist zu erkennen, dass mit einer Häufigkeit von 55,8% über Vergütungsfragen gestritten wird. Die geringste Häufigkeit mit 21,8% weisen Konflikte über Sicherheitsleistungen auf.⁶

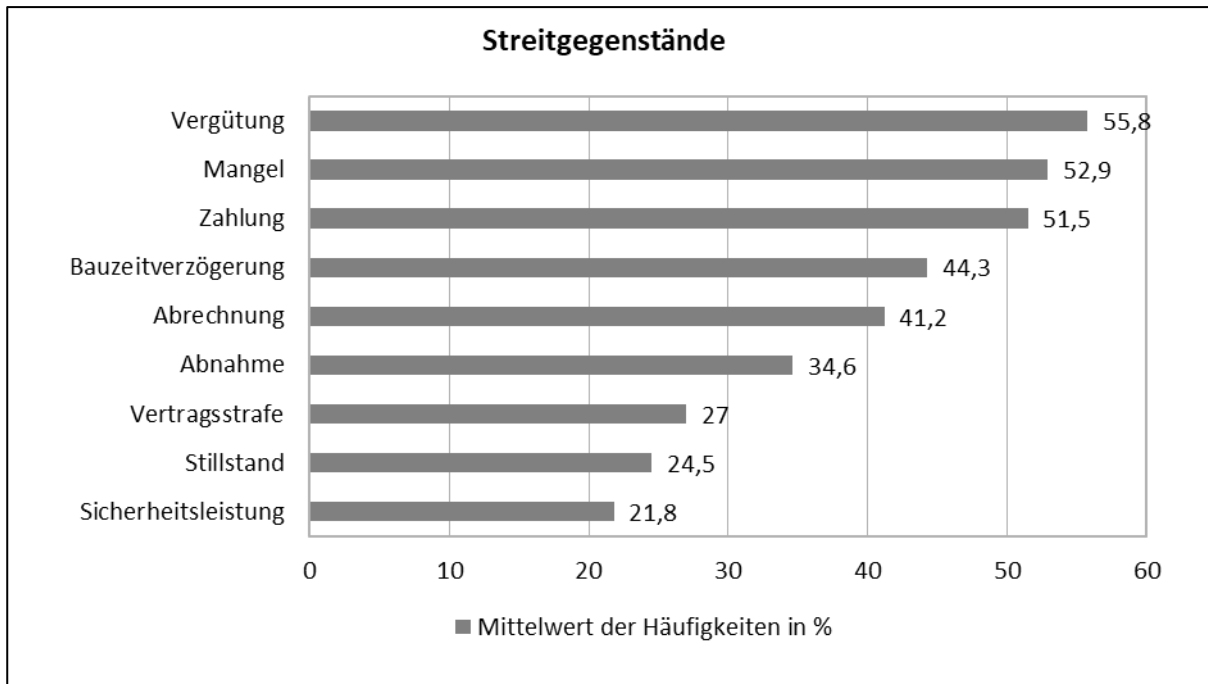


Abbildung 2: Streitgegenstände – durchschnittliche Häufigkeitsangaben⁷

Es ist davon auszugehen, dass es einen Zusammenhang zwischen dem Befund, dass Auseinandersetzungen hinsichtlich der Vergütung den am häufigsten auftretenden Streitgegenstand darstellen, und der Aussage, dass zusätzliche und geänderte Leistungen die am häufigsten genannten Streitursachen sind, gibt.

3 Konflikteskalation

Nachdem Streitgegenstände und die zugrundeliegenden Ursachen für Konflikte im Rahmen der Bauabwicklung dargestellt wurden, soll nun der Verlauf von Konflikten veranschaulicht werden. Hierfür können verschiedene Modelle herangezogen werden, die die Phasen der Eskalation beschreiben. Eines der bekanntesten Modell ist das Konflikteskalationmodell nach FRIEDRICH GLASL.⁸

Im Gegensatz zu vielen anderen Modellen stellt GLASL die Eskalation als eine abwärtsgerichtete Treppe dar (siehe Abbildung 3). Hiermit soll nach GLASL zum Ausdruck gebracht werden, dass die Beteiligten sich mit dem fortschreitenden Konflikt auf immer tiefere Ebenen begeben, auf denen sie zunehmend an Beherrschung und

⁶ Vgl. Haghsheho/Kaben 2005, S.268

⁷ Ebenda, S. 268

⁸ Vgl. Glasl 2013, S.235

Einflussmöglichkeiten verlieren. Dieser neunstufige, dynamische Weg „in den Abgrund“ wird dabei von einzelnen Schwellen unterbrochen, die als „Warnzeichen“ vor dem Beschreiten der nächsten Stufe wirken. Gleichzeitig hindern sie nach dem Erreichen der nächsten Stufe auch die Deeskalation, da sie für den rückwärtsgerichteten Weg ein Hindernis darstellen.⁹

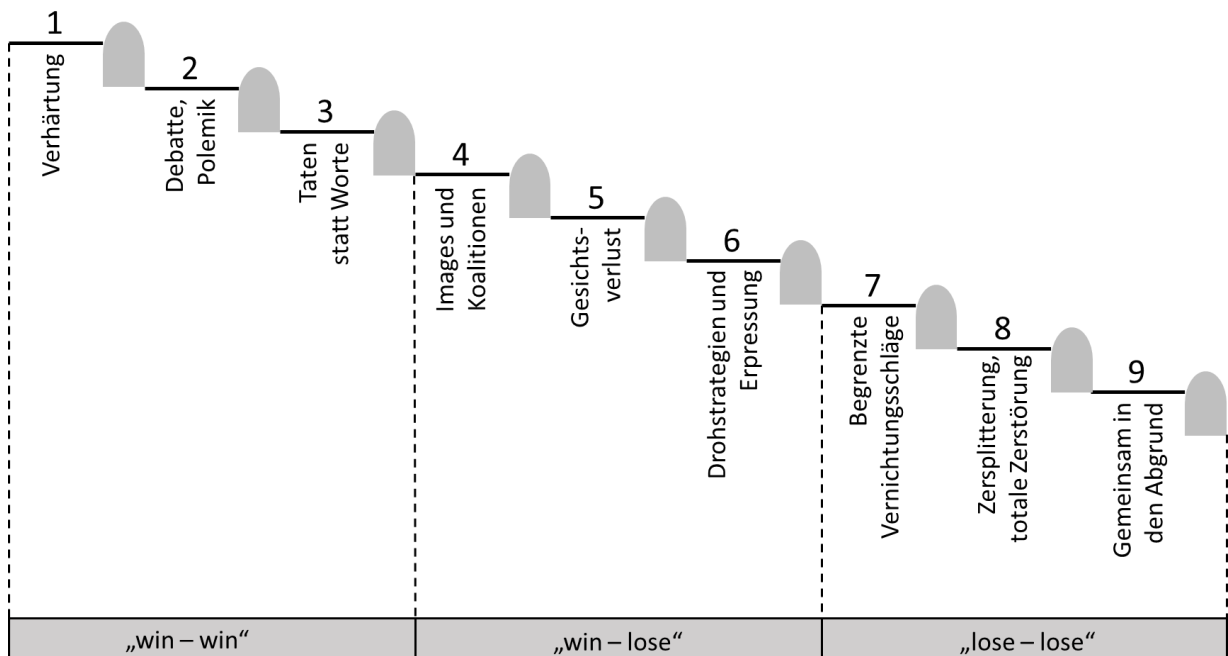


Abbildung 3: Eskalationsmodell nach GLASL¹⁰

Weiter unterteilt GLASL die neun Stufen in drei Bereiche: In Bereich 1 (Phase 1-3) sind von den Parteien „win-win“-Lösungen erwünscht und es besteht auch noch die Möglichkeit solche Lösungen zu erzielen, bei denen beide Parteien etwas Positives aus dem Konflikt herausnehmen können. Im Bereich 2 (Phase 4-6) stellen mögliche Lösungen für die Parteien eine „win-lose“-Konstellation dar, in der nur eine der Parteien gewinnt und die andere Partei verliert. In den Stufen des 3. Bereiches (ab Phase 7) befinden sich die Parteien in einer „lose-lose“-Situation, ganz nach dem Motto: „Wenn ich schon nicht gewinnen kann, dann sollst du es auch nicht“. Hier führt der Konflikt dazu, dass beide Parteien i.d.R. als Verlierer aus dem Konflikt herausgehen.¹¹

4 Verfahren der Konfliktbeilegung

4.1 Einführung

Im Laufe der Eskalation eines Konfliktes stehen den Parteien verschiedene Verfahren zur Konfliktbeilegung zur Auswahl. Dieses Kapitel gibt eine kurze Übersicht über die am häufigs-

⁹ Vgl. Glasl 2013, S.308

¹⁰ Ebenda, S.236

¹¹ Vgl. Glasel 2013 S. 308; Hartges 2003, S.27

ten zur Anwendung kommenden Verfahren. Für weitergehende Informationen sei auf die Literatur verwiesen.¹²

Konfliktbeilegungsverfahren lassen sich in konsensuale und kontradiktorische Verfahren unterteilen. Bei den *konsensualen* Verfahren arbeiten die Parteien gemeinsam an einer Lösung des Konfliktes, ohne dass eine Entscheidung eines Dritten vorgesehen ist. Ziel ist eine Lösung, bei der beide Parteien bestmöglich ihre Forderungen, Positionen und Interessen in Einklang bringen können. Der neutrale Dritte übernimmt dabei die Rolle des Vermittlers zwischen den Parteien. Bei den *kontradiktorischen* Verfahren wird der Konflikt hingegen streitig ausgetragen. Die Parteien arbeiten dabei ihre Positionen argumentativ aus und tragen diese dem neutralen Dritten vor. Nach Anhörung und Sachlagenprüfung spricht dieser seine Beurteilung aus.¹³

Weiterhin lassen sich die Verfahren in gerichtliche und außergerichtliche Verfahren unterscheiden. Dabei ist das klassische Gerichtsverfahren trotz der Möglichkeit des Prozessvergleiches und auch nach Einführung der Möglichkeit einer Güteverhandlung als kontradiktorisches Verfahren einzustufen.¹⁴ Bei den außergerichtlichen Verfahren existieren sowohl kontradiktorische, als auch konsensuale Verfahrensarten.

4.2 Gerichtliche Verfahren

Bei Auseinandersetzungen zwischen den Projektbeteiligten im Rahmen der Realisierung von Bauvorhaben handelt es sich um zivilrechtliche Ansprüche. Möchten die Parteien ihre Streitfragen von einem staatlichen Gericht klären lassen, gilt daher die Zivilprozessordnung (ZPO). Diese regelt den Ablauf des Verfahrens und gibt klare Vorgaben, welche Einwirkungsmöglichkeiten die Parteien zu welchem Zeitpunkt haben. Die Regelungen sind fest vorgeschrieben und können von den Parteien oder dem Richter nicht verändert werden.¹⁵

Das klassische *Klageverfahren*, auch Hauptsacheverfahren genannt, dient dabei der Durchsetzung von berechtigten Ansprüchen. Darüber hinaus gibt es weitere gerichtliche Verfahren. Diese beschränken sich jedoch auf die Klärung einzelner Tatsachen, wie bei dem *selbstständigen Beweisverfahren*, oder der Sicherung der Ansprüche, wie durch den *einstweiligen Rechtsschutz*.¹⁶

Weiter haben die Parteien die Möglichkeit ein laufendes Gerichtsverfahren durch eine Einigung im Rahmen eines *Prozessvergleichs* vorzeitig zu beenden. Eine eigenverantwortliche Lösung des Konfliktes können die Parteien zudem durch das freiwillige *Güterichterverfahren* erreichen. Hierbei erarbeiten die Parteien eigenständig eine Lösung des Konfliktes, die der Güterichter als Prozessvergleich protokollieren kann. Der Güterichter, der keine Entscheidungsbefugnis besitzt, leitet das Verfahren und kann dabei Methoden der Mediation einsetzen.¹⁷

¹² Hier insbesondere zu empfehlen: DGA-Bau 2014

¹³ Vgl. Duve 2006, S.65

¹⁴ Ebenda, S.82; Elwert/Flassak 2010, S.167

¹⁵ Vgl. Duve 2006; S.7

¹⁶ Vgl. Elwert/Flassak 2010, S.168

¹⁷ Vgl. DGA-Bau 2014, S.18

4.3 Außergerichtliche Verfahren

Da gerichtliche Verfahren wesentliche Nachteile, wie lange Verfahrensdauern und hohe Kosten, aufweisen¹⁸, wurden in der Praxis alternative Konfliktbeilegungsverfahren gesucht. Unter dem englischen Begriff „Alternative Dispute Resolution“ (kurz: ADR) werden alle Verfahren der Konfliktbeilegung zusammengefasst, die keine richterliche Rechtsfindung bzw. richterliche Entscheidung vorsehen. Im Folgenden werden diese Verfahren als ADR-Verfahren bezeichnet.

ADR-Verfahren lassen sich grob in folgende Gruppen unterteilen:¹⁹

- Verfahren ohne Einbindung Dritter
- Verfahren mit Einbindung eines neutralen Dritten

Die für das Bauwesen wichtigsten Verfahren sind neben der autonomen Verhandlung zwischen den Konfliktparteien, die Mediation, Schlichtung, Adjudikation, Schiedsgutachten sowie das Schiedsgerichtsverfahren, die alle die Einbindung eines neutralen Dritten gemeinsam haben.²⁰

Mediation und Schlichtung gehören zu den konsensualen Verfahren. Während bei der *Mediation* der neutrale Dritte keine eigenen Lösungsvorschläge unterbreitet und sich auf die Vermittlung zwischen den Parteien fokussiert, hat der Schlichter am Ende einer *Schlichtung* die Möglichkeit, den Parteien einen Schlichtungsvorschlag, auch Schlichterspruch oder Schlichtungsspruch genannt, zu unterbreiten.²¹

Bei den kontradiktorischen Verfahren Adjudikation, Schiedsgutachten- und Schiedsgerichtsverfahren besitzt der neutrale Dritte eine Entscheidungsbefugnis. Dabei ist die *Adjudikation* dadurch geprägt, dass der Adjudikator binnen kurzer Fristen den Sachverhalt summarisch prüft und auf dieser Basis eine Entscheidung trifft, die vorläufig bindend ist. Ziel ist eine schnelle Lösung der Streitigkeit, bevor diese Auswirkungen auf den Bauablauf und somit auf die Baukosten hat. Die Parteien haben die Möglichkeit die Entscheidung im Nachgang von einem ordentlichen Gericht oder Schiedsgericht prüfen zu lassen.²²

Beim *Schiedsgutachtenverfahren* können die Parteien einen Sachverständigen zur verbindlichen Klärung bestimmter Fragestellungen beauftragen. Meist beschränkt sich die Anwendbarkeit jedoch auf Tatsachenfeststellungen.²³

Das *Schiedsgerichtsverfahren* ist als privates Gerichtsverfahren zu verstehen, bei dem die Zusammensetzung des Schiedsgerichts von den Parteien ausgewählt werden kann. Somit haben sie die Möglichkeit, sowohl baurechtlich als auch technisch versierte bzw. spezialisierte Schiedsrichter zu berufen. Die Entscheidung des Schiedsgerichts, der Schiedsspruch, hat

¹⁸ Vgl. Schröder 2015, S.8

¹⁹ Vgl. DGA-Bau 2014, S.3ff

²⁰ Vgl. AHO Heft Nr.37, S.63

²¹ Ebenda, S.63f

²² Vgl. DGA-Bau 2014, S.13

²³ Ebenda, S.15

dabei dieselbe Wirkung wie ein rechtskräftiges gerichtliches Urteil, muss jedoch nach §1060 der ZPO zuvor noch von einem ordentlichen Gericht für vollstreckbar erklärt werden.²⁴

4.4 Konfliktbeilegungsverfahren im Kontext der Konflikteskalation

Wie bereits bei der Vorstellung des Eskalationsmodells nach GLASL dargestellt, werden die Möglichkeiten der Konfliktbeilegung im Zuge des fortschreitenden Konfliktes immer weiter eingeschränkt. Dies beeinflusst auch die Verfahrenswahl. DIEDERICHS (2015) hat ein Nomogramm zur Verfahrenswahl erstellt und dabei die in Kapitel 4 beschriebenen Verfahrensarten den Eskalationsstufen nach GLASL zugeordnet. Dabei ist anzumerken, dass die verschiedenen Beilegungsarten im Rahmen eines Gerichtsverfahrens nicht gesondert betrachtet werden. Aufbauend auf das Nomogramm nach DIEDERICHS wurden die verschiedenen Verfahren in das Eskalationsmodell nach GLASL eingefügt (s. Abbildung 4).²⁵ Einige Zuordnungen wurden jedoch von den Verfassern geändert.

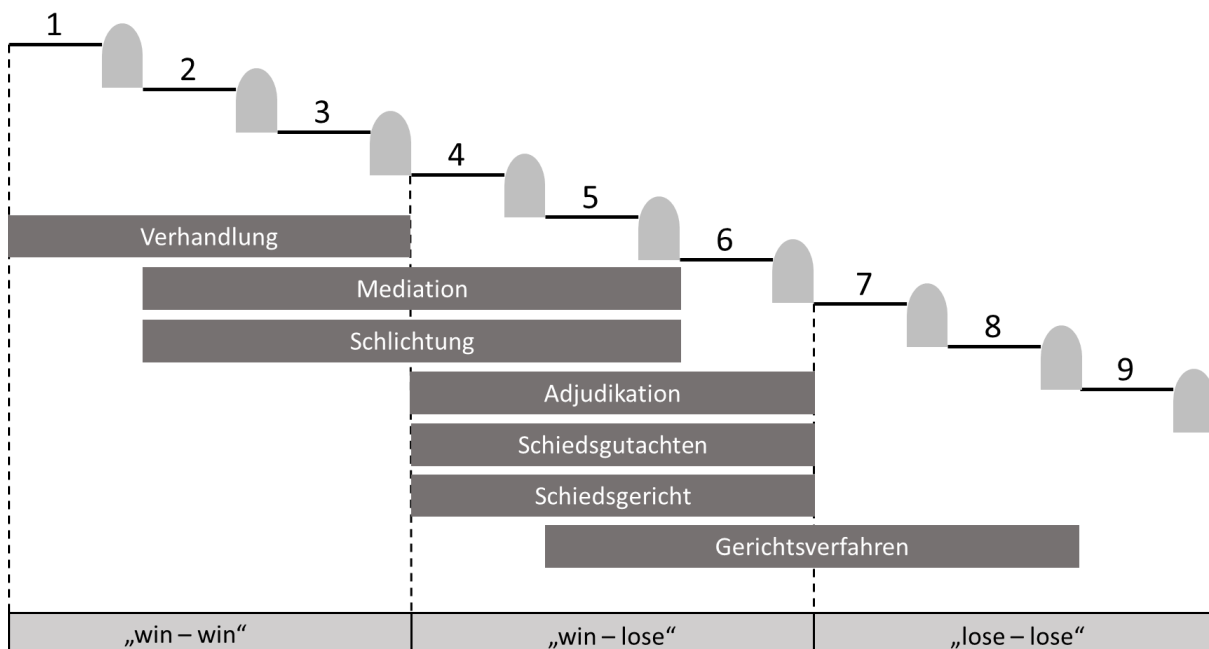


Abbildung 4: Konfliktbeilegungsverfahren im Kontext der Konflikteskalation²⁶

Wie die Zuordnung der Verfahrensarten zu den Eskalationsstufen nach GLASL zeigt, entfernen sich die Parteien mit dem fortschreitenden Konflikt von der Möglichkeit einer einvernehmlichen Lösung, bis zuletzt nur noch das Gericht zu einer Beendigung des Konfliktes führen kann.

5 Anwendung in der Praxis

Wie in den vorangegangenen Kapiteln dargestellt, bietet der Markt eine Vielfalt an Konfliktbeilegungsverfahren. Bislang werden diese Verfahren von den Beteiligten jedoch zurückhaltend angewendet. Im Rahmen der Untersuchung von HAGHSHENO UND KABEN aus dem Jahr

²⁴ Vgl. Zerhusen 2005

²⁵ Vgl. Diederichs 2015, S.8

²⁶ In Anlehnung an Diederichs 2015, S.8

2005 wurde die Anwendung der Verfahren analysiert. Es zeigte sich, dass die Gerichtsverfahren nach den Verhandlungen das bislang am häufigsten angewandte Verfahren zur Beilegung der Konflikte sind.²⁷ Dies spiegelt sich auch in der hohen Anzahl der gerichtlichen Auseinandersetzungen wider. Beispielhaft für das Jahr 2014 lässt sich, auf Basis der Angaben des Statistischen Bundesamtes, die Zahl der erledigten Verfahren für den Sachbereich Bau mit ca. 70.000 abschätzen.²⁸

Gleichzeitig bleibt die Anwendung von ADR-Verfahren bislang noch weit unter ihren Möglichkeiten. Im Rahmen einer Studie von HAGHSHENO ET AL. wurde im Jahr 2016 die Nachfrage nach außergerichtlicher Konfliktbeilegung im Bauwesen mittels einer Umfrage unter Streitlösern untersucht. Die tatsächliche Anzahl von durchgeführten ADR-Verfahren wurde für die Jahre 2014 und 2015 auf im Mittel 1.750 Verfahren pro Jahr geschätzt. Die potentielle Nachfrage wird hingegen mit ca. 31.000 Verfahren abgeschätzt.²⁹

Gerichtsverfahren kommen zwar viel häufiger als ADR-Verfahren zur Anwendung; gleichzeitig werden sie von den Anwendern jedoch in vielerlei Hinsicht als nachteilig beschrieben. Eine Studie von PRICEWATERHOUSECOOPERS (PWC) in Zusammenarbeit mit der EUROPA-UNIVERSITÄT VIADRINA FRANKFURT (ODER) stellte bereits im Jahr 2005 fest, dass in der Wirtschaft zwischen der Bewertung von Konfliktbeilegungsverfahren und der tatsächlichen Nutzungsintensität eine große Diskrepanz vorherrscht. Auch hier zeigte sich, dass ADR-Verfahren, die von den Befragten in der Studie als vorteilhaft wahrgenommen werden, bislang nur sehr selten zum Einsatz kommen.³⁰

Eine aktuelle Studie von HAGHSHENO UND SCHILLING MIGUEL hat sich mit dieser Diskrepanz auseinandergesetzt und untersucht, welche Ursachen der Bevorzugung von Gerichtsverfahren gegenüber der außergerichtlichen Beilegung zugrunde liegen. Dabei konnten sieben Ursachenkategorien identifiziert werden:³¹

- Fehlende Kenntnisse und Erfahrungen hinsichtlich ADR-Verfahren
- Fehlende Kompetenzen und Kultur hinsichtlich Umgang mit Konflikten
- Systemische Widerstände aus der Organisation der Konfliktparteien
- Systemische Widerstände aus der spezifischen Konfliktsituation
- Rolle der externen Rechtsberater
- Verfahrensspezifische Ursachen - ADR-Verfahren
- Verfahrensspezifische Ursachen - Gerichtsverfahren

Auf Basis der Erkenntnisse aus der Ursachenanalyse wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens mögliche Maßnahmen zur Beseitigung der identifizierten Hemmnisse und Widerstände identifiziert und daraus Handlungsempfehlungen abgeleitet. Für eine Darstellung der Ergebnisse der Studie wird auf die Literatur verwiesen³².

²⁷ Vgl. Haghsheno/Kaben 2005, S.272

²⁸ Vgl. Haghsheno et al. 2016, S.14

²⁹ Vgl. Haghsheno et. al 2016, S.21

³⁰ Vgl. PwC Studie 2005, S.9

³¹ Vgl. Haghsheno/Schilling Miguel 2018; S.7

³² Bereits veröffentlichter Beitrag zu dem Forschungsvorhaben: Haghsheno/Schilling Miguel 2018

6 Fazit und Ausblick

Dieser Beitrag gibt einen Überblick über die aktuelle Praxis der Konfliktbeilegung in der deutschen Bauwirtschaft und stellt die Vielfalt der möglichen Beilegungsarten dar. Diese Vielfalt wird von den Anwendern in der Praxis bislang noch sehr wenig ausgeschöpft. Scheitert die Konfliktbeilegung auf dem Verhandlungsweg, treten die Parteien meist unmittelbar an staatliche Gerichte heran und nehmen somit nicht die Möglichkeit einer kostengünstigeren und schnelleren Beilegung mit Hilfe eines ADR-Verfahrens wahr.

Eine Studie von HAGHSHENO UND SCHILLING MIGUEL identifizierte verschiedene Ursachen, die der Bevorzugung von Gerichtsverfahren gegenüber der außergerichtlichen Streitbeilegung zugrunde liegen. Dabei zeigte sich auch, dass es bislang an Daten fehlt, die einen Vergleich der Verfahrensarten unter ökonomischen Gesichtspunkten ermöglichen. Überraschend war insbesondere, dass die Kosten des so häufig zur Anwendung kommenden Gerichtsverfahrens nicht in vollem Umfang bekannt sind. Neben den externen Kosten wie Gerichtskosten und Anwaltsgebühren, existieren nämlich interne Aufwendungen, die bislang noch nicht erfasst werden. Daher sollten sich zukünftige Forschungstätigkeiten mit der ökonomischen Analyse von Konfliktbeilegungsarten beschäftigen, um so die Basis für eine rationale Verfahrenswahl zu schaffen.

Literaturverzeichnis

AHO-Heft Nr.37

Ausschuss der Verbände und Kammern der Ingenieure und Architekten für die Honorarordnung e.V.: Heft 37 – Konfliktmanagement in der Bau- und Immobilienwirtschaft, AHO-Schriftenreihe, März 2018

DGA-Bau (2014)

Deutsche Gesellschaft für Außergerichtliche Streitbeilegung e.V., Arbeitskreis 1: Verfahrenskurzbeschreibungen der außergerichtlichen Streitlösung und der Gerichtsverfahren. Online verfügbar unter: <https://www.dga-bau.de/arbeitskreise/arbeitskreis-1/>, zuletzt geprüft am 15.04.2018

Diederichs (2015)

Diederichs, C.J.: Konzepte zur Aus- und Weiterbildung von Baujuristen und Bausachverständigen für die Außergerichtliche Streitbeilegung. In: DGA-Bau (Hrsg.): 1. Kongress der DGA-Bau in der Humboldt Universität zu Berlin am 24.04.2015, DGA-Bau-Verlag, Berlin

Duve (2006)

Duve, H: Entscheidungshilfe zur Auswahl eines geeigneten Streitregulierungsverfahrens für das Bauwesen unter besonderer Berücksichtigung baubetrieblicher Aspekte. Dissertation. Fachbereich Bauingenieurwesen und Geodäsie der Technischen Universität Darmstadt.

Elwert/Flassak (2010)

Elwert, U.; Flassak, A.: Nachtragsmanagement in der Baupraxis. Grundlagen-Beispiele-Anwendung, Springer Fachmedien, Wiesbaden

Glasl (2013)

Glasl, F.: Konfliktmanagement – Ein Handbuch für Führungskräfte, Beraterinnen und Berater, Auflage 11, Freies Geistesleben

Haghsheno et al. (2016)

Haghsheno, S.; Münzl, N.; Schilling Miguel, A.: Analyse und Bewertung der Nachfrage nach außergerichtlicher Streitbeilegung im Bauwesen. In: DGA-Bau (Hrsg.): 2. Kongress der DGA-Bau in der Humboldt Universität zu Berlin am 22.04.2016. DGA-Bau-Verlag, Berlin

Haghsheno/Kaben (2005)

Haghsheno, S.; Kaben, T.: Konfliktursachen und Streitgegenstände bei der Abwicklung von Bauprojekten – eine empirische Untersuchung. In: Kapellmann, K. D. und Vygen, K. (Hrsg.): Jahrbuch Baurecht. Werner Verlag, München

Haghsheno/Schilling Miguel (2018)

Haghsheno, S.; Schilling Miguel, A.: Ursachen der Bevorzugung von Gerichtsverfahren gegenüber der außergerichtlichen Streitbeilegung durch die Streitparteien im Bauwesen. In: 8. Kongress Konfliktmanagement in der Bau- und Immobilienwirtschaft am 16.03.2018 in Berlin. Schriftenreihe der DGA-Bau Nr.4

PwC Studie (2005)

Studie von PricewaterhouseCoopers (PwC) und Europa-Universität Viadrina (EUV)
(Hrsg.): Ergebnisse einer qualitativen Folgestudie zu „Commercial Dispute
Resolution – Konfliktbearbeitungsverfahren im Vergleich“, Frankfurt a.M.

Zerhusen (2005)

Zerhusen, J.: Alternative Streitbeilegung im Bauwesen. Streitvermeidung,
Schlichtung, Mediation, Schiedsverfahren. Heymanns, Köln

Digitale Unterstützung in der Verwaltung von Wohnimmobilien

K. Schottel

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141212-0>

Kristin Schottel, M.Sc.

Institut für Bauwirtschaft und Baubetrieb

Lehrstuhl für Infrastruktur- und Immobilienmanagement

Technische Universität Braunschweig

kristin.schottel@tu-braunschweig.de

Inhalt

1	Einleitung	310
2	Der deutsche Wohnungsmarkt	310
	2.1 Anbieter- und Eigentümerstruktur	310
	2.2 Verwaltung von Wohnimmobilien	312
3	Identifizierung von Prozessen und Tätigkeiten in Wohnungs- und Verwaltungsunternehmen	313
	3.1 Prozesse und Tätigkeiten aufgrund gesetzlicher Verpflichtungen	313
	3.2 Weitere Prozesse und Tätigkeiten gemäß GEFMA Richtlinie 100-2.....	314
4	Optimierung der identifizierten Prozesse und Tätigkeiten	316
	4.1 Aufzeigen des Optimierungsbedarfs	316
	4.2 Optimierung durch Prozessmanagement.....	316
	4.3 Optimierung durch den Einsatz digitaler Technologien	317
5	Zusammenfassung und Ausblick	318

1 Einleitung

Der Immobilienmarkt ist ein Ort des Zusammentreffens von Angebot und Nachfrage, auf dem neben Immobilien auch damit verbundene Dienstleistungen gehandelt werden. Bedingt durch die Heterogenität und Standortgebundenheit von Immobilien kann dieser in unterschiedliche Teilmärkte gegliedert werden.¹

Der Wohnungsmarkt ist der Teilmarkt, auf dem primär das Wirtschaftsgut Wohnung bzw. die damit einhergehende Wohnungsnutzung gehandelt wird.² Im Rahmen der Verwaltung von Mietwohnungen fallen diverse Prozesse und Tätigkeiten an, welche im Rahmen dieses Beitrags identifiziert werden sollen. Im Ergebnis wird die Optimierung und Unterstützung der identifizierten Prozesse durch den Einsatz digitaler Technologien thematisiert.

2 Der deutsche Wohnungsmarkt

2.1 Anbieter- und Eigentümerstruktur

Der Wohnungsbestand in Deutschland betrug am Zensus-Stichtag 2011 rund 40,56 Millionen Wohnungen. Dabei handelt es sich überwiegend um Mietwohnungen. Der Anteil des zu Wohnzwecken vermieteten Wohneigentums lag bei 51,7%, die Leerstandquote bei 4,4% und der Anteil des von den Eigentümern selbst genutzten Wohneigentums bei 43,9%.³ Als Anbieter von Mietwohnungen treten private nicht-institutionelle Eigentümer sowie professionell-gewerbliche Eigentümer auf (Abbildung 1).⁴



Abbildung 1: Anbieter- und Eigentümerstruktur auf dem deutschen Wohnungsmarkt nach Zensus 2011⁵

¹ Vgl. Brauer (2013), S. 13 f.; vgl. Vornholz (2017), S. 19; vgl. Gondring (2013), S. 28

² Vgl. Vornholz (2017), S. 114

³ Die Werte beziehen sich auf den Zensus 2011. Vgl. Statistisches Bundesamt (2014), S. 5 und S. 18

⁴ Vgl. Vornholz (2017), S. 10; vgl. GdW (2017), S. 22

⁵ Eigene Berechnungen nach Statistisches Bundesamt (2014), S. 6 und GdW (2017), S. 22

Private Eigentümer stellen die größte Anbietergruppe dar und bieten rund 62,5% des Mietwohnungsbestandes an.⁶ Die Mietwohnungen dienen ihnen als Kapitalanlage, zur Steuerersparnis oder zur Altersvorsorge. Der sogenannte Amateurvermieter verfügt nur über wenige Wohnungen und somit einen geringen Marktanteil. Ihm wird ein vergleichsweise niedriger Professionalisierungsgrad in der Wohnungsverwaltung, eine oftmals nebensächliche Renditeorientierung und ein regional beschränktes Marktverhalten zugeschrieben. Private Vermieter, die hingegen über mehrere, häufig auch überregional angesiedelte Wohnungen verfügen, sind aktiver auf dem Wohnungsmarkt vertreten und streben eine angemessene Rendite an. Es kann angenommen werden, dass die Professionalität mit steigender Anzahl an Wohnungen zunimmt. Die privaten Anbieter üben die Tätigkeit der Vermietung und Verwaltung i.d.R. nicht hauptberuflich aus und beauftragen häufig ein professionelles Verwaltungsunternehmen, um fehlendes Knowhow auszugleichen (siehe Kapitel 2.2).⁷

Die **professionell-gewerblichen Eigentümer** bieten rund 37,5% der Mietwohnungen an.⁸ Sie können aufgrund ihrer Eigentümerstrukturen und differierender Unternehmensziele weiter untergliedert werden in privatwirtschaftliche professionell-gewerbliche Eigentümer (u.a. privatwirtschaftliche Wohnungsunternehmen), Wohnungsgenossenschaften, kommunale/öffentliche Wohnungsunternehmen und Organisationen ohne Erwerbszweck.⁹

Primäres Ziel **privatwirtschaftlicher Wohnungsunternehmen** ist die Erwirtschaftung einer maximalen Rendite, was durch das Ansetzen hoher Mieten, die effiziente Verwaltung und Bewirtschaftung des Bestandes, gezielte Investitionen in den Bestand sowie bewusste und profitable Veräußerungen von Wohnungsbeständen erreicht wird.¹⁰ Eine Orientierung an den Anforderungen und Bedürfnissen der Mieter erfolgt in der Regel nicht.¹¹

Bei Wohnungsgenossenschaften, öffentlichen und kommunalen Wohnungsunternehmen sowie Organisationen ohne Erwerbszweck handelt es sich hingegen um **ehemals gemeinnützige Wohnungsunternehmen**, die sich auf Grundlage des Wohnungsgemeinnützigkeitsgesetzes (WGG) am Gemeinwohl der Bevölkerung orientiert haben. Im Vordergrund ihres Handelns standen der Versorgungsauftrag sowie die Verfolgung sozial-politischer Ziele, womit steuerliche Vorteile für die Wohnungsunternehmen einhergingen. Zum 31.12.1989 erfolgte die Aufhebung des WGG. Viele Unternehmen verfolgen jedoch auch weiterhin ihre originären Ziele.¹²

Als Zusammenschluss natürlicher Personen verfolgen **Wohnungsgenossenschaften** nach traditionellem Genossenschaftsgedanken das Ziel, ihren Mitgliedern preisgünstig und dauerhaft Wohnraum zur Verfügung zu stellen. Die Renditeorientierung steht nicht im Vordergrund. Bei Wohnungsgenossenschaften handelt es sich um privatwirtschaftliche Unternehmen mit speziellen Eigentumsverhältnissen, bei denen die Mitglieder der Genossenschaft

⁶ Eigene Berechnungen nach Statistisches Bundesamt (2014), S. 6

⁷ Vgl. Kofner (2004), S. 27; vgl. Schätzl et al. (2007), S. 20. Über die Hälfte der Privateigentümer bieten lediglich eine und rund ein Drittel zwei bis fünf Mietwohnungen an (vgl. BBSR (2015), S. 81)

⁸ Eigene Berechnungen nach Statistisches Bundesamt (2014), S. 6

⁹ Vgl. Fehr (2000), S. 19; vgl. Statistisches Bundesamt (2014), S. 6; vgl. GdW (2017), S. 22

¹⁰ Vgl. Schätzl et al. (2007), S. 21

¹¹ Vgl. Sperl (2016), S. 50

¹² Vgl. Kofner (2004), S. 30 f.; vgl. Sperl (2016), S. 31 f.

sowohl als Mieter, als auch als Miteigentümer auftreten. So nehmen sie einerseits in ihrer Rolle als Mieter die Wohnungsnutzung als angebotene Leistung der Genossenschaft in Anspruch. Andererseits sind sie durch gezeichnete Genossenschaftsanteile zugleich Miteigentümer an der Genossenschaft. Damit stehen ihnen u.a. ein lebenslanges Wohnrecht, ein Mitspracherecht im Rahmen von Mitglieder- und Vertreterversammlungen bei der Unternehmensführung sowie der Schutz vor Eigenbedarfskündigungen zu.¹³

Kommunale (bzw. öffentliche) Wohnungsunternehmen firmieren häufig unter der privatwirtschaftlichen Rechtsform GmbH, KG oder nicht-börsennotierte AG. Dadurch werden ihnen zwar einerseits unternehmerische Handlungsmöglichkeiten eingeräumt, andererseits halten Kommunen (bzw. Bund oder Land) jedoch mindestens 50% der Anteile an dem Unternehmen, weswegen nicht die Gewinnerzielung, sondern die Versorgung breiter, auch einkommensschwacher und sozial benachteiligter Bevölkerungsschichten mit angemessenem, für deren Verhältnisse bezahlbarem Wohnraum im Rahmen der kommunalen bzw. staatlichen Daseinsvorsorge im Vordergrund steht. Dabei kann die öffentliche Hand aufgrund ihrer Beteiligung regulierend in den Markt eingreifen (z.B. bezüglich der Mietpreise) und Quartiersentwicklungen und -modernisierungen gezielt vorantreiben.¹⁴

Der Leitgedanke von **Organisationen ohne Erwerbszweck** liegt in der Versorgung insbesondere sozial schwacher Bevölkerungsgruppen sowie Familien mit Wohnraum. Dadurch ähnelt die Zielsetzung zwar der von kommunalen Wohnungsunternehmen, jedoch grenzen sie sich durch unterschiedliche Schwerpunktsetzung voneinander ab. So fördern beispielsweise kirchliche Wohnungsunternehmen insbesondere Mitglieder der jeweiligen Konfession mit preisgünstigem Wohnen durch Erbbaurecht.¹⁵

2.2 Verwaltung von Wohnimmobilien

Die Verwaltung von Wohnimmobilien dient zu deren Erhaltung sowie zur Gewährleistung einer wirtschaftlichen Nutzung. In diesem Zusammenhang kann zwischen der Eigen- und Fremdverwaltung unterschieden werden. Die **Eigenverwaltung** umfasst einerseits die Verwaltung selbst genutzten Wohneigentums durch dessen Eigentümer (Selbstnutzer). Andererseits verwalten Wohnungsunternehmen die sich in ihrem eigenen Bestand befindlichen Wohnungen, wobei die professionelle Vermietung und Verwaltung zu ihren Kerntätigkeiten zählen.¹⁶

Dem gegenüber steht die **Fremdverwaltung**, die als Dienstleistung gegenüber dem Eigentümer aufgefasst werden kann. Hierbei überträgt der Eigentümer einem Wohnungs- oder Verwaltungsunternehmen die Verwaltungstätigkeiten, wonach der Verwalter als Interessensvertreter des Eigentümers fungiert. Die Beauftragung eines professionellen Verwaltungsunternehmens erfolgt regelmäßig von privaten Eigentümern, die entweder über größere Woh-

¹³ Vgl. Winter (2017), S. 101 und S. 104; vgl. Theurl (2014), S. 79

¹⁴ Vgl. Kofner (2004), S. 29 f., vgl. Winter (2017), S. 99, S. 101 und S. 103 f.

¹⁵ Vgl. Schwarz (2004), S. 31

¹⁶ Vgl. Gondring (2013), S. 445 und S. 447

nungsbestände als Renditeobjekte verfügen und denen die Eigenverwaltung als zu aufwendig erscheint oder die fehlendes Knowhow in diesem Bereich ausgleichen wollen.¹⁷

Im Rahmen der Verwaltung von Wohnimmobilien ist zu differenzieren zwischen der¹⁸

- **Mietverwaltung:** Verwaltung einer ungeteilten Immobilie.
- **Sondereigentumsverwaltung:** Verwaltung einer einzelnen Eigentumswohnung (Sondereigentum), die sich in einer geteilten Immobilie befindet.
- **WEG-Verwaltung:** Verwaltung von gemeinschaftlichem Eigentum¹⁹ in einer geteilten Immobilie. Entsprechende gesetzliche Regelungen finden sich im Wohneigentumsgesetz (WEG).

3 Identifizierung von Prozessen und Tätigkeiten in Wohnungs- und Verwaltungsunternehmen

Einzelne Privatanbieter verfügen in der Regel nur über einen geringen Bestand an Wohnungen und führen die Vermietungs- und Verwaltungstätigkeiten nicht hauptberuflich aus, weswegen sie für die weitere Analyse nicht geeignet sind. Daher wird sich im Folgenden auf Wohnungs- und Verwaltungsunternehmen²⁰ beschränkt. Diese unterscheiden sich zwar hinsichtlich ihrer Eigentumsstrukturen und verfolgter Ziele (siehe Kapitel 2.1), jedoch nicht hinsichtlich ihres Kerngeschäfts sowie der damit einhergehenden Prozesse und Tätigkeiten. Diese sollen nachfolgend identifiziert werden.

3.1 Prozesse und Tätigkeiten aufgrund gesetzlicher Verpflichtungen

Das Kerngeschäft von Wohnungs- und Verwaltungsunternehmen liegt in der Vermietung und Verwaltung eigener bzw. fremder Wohnungsbestände, was auch die Mieterbetreuung und Instandhaltung mit einschließt.²¹ Aus § 535 Abs. 1 BGB ergibt sich für den Vermieter die Dauerverpflichtung zur ordnungsgemäßen Instandhaltung der Wohnung sowie zur Veranlassung entsprechender Maßnahmen bei Schäden und Mängeln.²² Der Mieter muss im Gegenzug Mängel gemäß § 536c Abs. 1 BGB dem Vermieter unverzüglich anzeigen.

Weiterhin ergeben sich aus der Verpflichtung des Mieters, gemäß § 535 Abs. 2 BGB „[...] dem Vermieter die vereinbarte Miete zu entrichten“, buchhalterische Aufgaben für den Vermieter. Ebenso ist der Vermieter für die Erstellung von Betriebskostenabrechnungen zustän-

¹⁷ Vgl. Gondring (2013), S. 448

¹⁸ Vgl. Brauer (2013), S. 36

¹⁹ Unter gemeinschaftlichem Eigentum wird laut § 1 Abs. 5 Wohnungseigentumsgesetz (WEG) „das Grundstück sowie die Teile, Anlagen und Einrichtungen des Gebäudes, die nicht im Sondereigentum oder im Eigentum eines Dritten stehen“, verstanden.

²⁰ Nachfolgend werden als **Wohnungsunternehmen** im Kontext dieses Beitrags jene Unternehmen aufgefasst, die als Bestandhalter auf dem Wohnungsmarkt tätig sind. Hiervon abzugrenzen sind die **Verwaltungsunternehmen** als nicht-bestandshaltende Unternehmen, die als Anbieter für Dritte auf dem Wohnungsmarkt agieren. Häufig treten Wohnungsunternehmen zugleich als Verwaltungsunternehmen auf, wenn sie neben der Verwaltung eigener Wohnungen auch die Verwaltung von Wohnungen für Dritte übernehmen.

²¹ Vgl. Winter (2017), S. 100; vgl. Fehr (2000), S. 32 f.

²² Vgl. Fehr (2000), S. 39

dig, da er Betriebskosten²³ nach § 556 Abs. 1 i.V.m. § 556a Abs. 1 BGB gemäß Anteil der Wohnfläche auf den Mieter umlegen darf.

3.2 Weitere Prozesse und Tätigkeiten gemäß GEFMA Richtlinie 100-2

Neben den verpflichtenden Tätigkeiten, die sich aus den gesetzlichen Regelungen ableiten lassen, fallen in Wohnungs- und Verwaltungsunternehmen noch weitere Aufgaben an, um die Wohnungsnutzung zu ermöglichen und so das Grundbedürfnis der Mieter nach Wohnen zu befriedigen.²⁴ Derartige Tätigkeiten, die im Zusammenhang mit der Vermietung und Verwaltung von Immobilien stehen, werden im gewerblichen Bereich regelmäßig als Facility Management oder Gebäudemanagement zusammengefasst. Dabei beschreibt das Gebäudemanagement nach Definition der German Facility Management Association (GEFMA) Richtlinie 100-1 einen Teilbereich des Facility Managements, der sich ausschließlich auf die operativen Leistungen in der Nutzungsphase beschränkt. Im wohnungswirtschaftlichen Kontext wird diesbezüglich häufiger der allumfassende Begriff (Immobilien-)Verwaltung oder Wohnungsbewirtschaftung benutzt.²⁵

Viele Prozesse und Tätigkeiten des Facility Managements bzw. Gebäudemanagements lassen sich auch auf die Verwaltung von Wohnimmobilien anwenden, sodass sich Wohnungs- und Verwaltungsunternehmen zur Schaffung eines Handlungsrahmens an den vorgedachten Leistungsbildern bestehender Richtlinien und Normen orientieren können.

Die GEFMA beschreibt in ihrer Richtlinie 100-2 ein lebenszyklusübergreifendes Spektrum an Leistungen des Facility Managements auf Basis einer prozessualen Gliederung der Lebenszyklusphasen²⁶ in Hauptprozesse, Teilprozesse und Tätigkeiten. Zu den neun Hauptprozessen in der Nutzungsphase zählen

- Objektbetrieb managen
- Arbeitsstätten bereitstellen
- Objekte betreiben
- Objekte ver- und entsorgen
- Objekte reinigen und pflegen
- Objekte schützen und sichern
- Objekte verwalten
- Support bereitstellen
- Projekte durchführen.

Diese Hauptprozesse sind wiederum in insgesamt 59 Teilprozesse gegliedert. Dabei integriert die GEFMA 100-2 die Leistungen der sich in Deutschland für die Nutzungsphase etablierten DIN 32736 zum Gebäudemanagement, welche im Gegensatz zur prozessorientierten

²³ Zu den Betriebskosten zählen gemäß § 1 der Betriebskostenverordnung (BetrKV) „[...] Kosten, die [...] durch den bestimmungsmäßigen Gebrauch des Gebäudes, der Nebengebäude, Anlagen, Einrichtungen und des Grundstücks laufend entstehen. [...]“ Hierunter fallen gemäß § 2 BetrKV beispielsweise folgende Kosten: Grundsteuer, Hauswart, Wasserversorgung und Entwässerung, Schornsteinreinigung, Betrieb der zentralen Heizungs- und Warmwasserversorgungsanlage, Straßenreinigung und Müllentsorgung, Gebäudereinigung von gemeinschaftlich genutzten Gebäudeteilen, Strom zur Beleuchtung von gemeinschaftlich genutzten Gebäudeteilen.

²⁴ Vgl. Sperl (2016), S. 36; vgl. Fehr (2000), S. 40

²⁵ Vgl. Schulte/Holzmann (2008), S. 198; vgl. Fehr (2000), S. 18 f.

²⁶ Die GEFMA 100-1 gliedert den Lebenszyklus in die neun Phasen Konzeption, Planung, Errichtung, Vermarktung, Beschaffung, Betrieb & Nutzung, Umbau & Sanierung, Leerstand, Verwertung.

Gliederung der GEFMA eine funktionale Einteilung der Leistungsbilder in Technisches, Kaufmännisches und Infrastrukturelles Gebäudemanagement vornimmt.

Da nicht alle der in der GEFMA 100-2 aufgeführten Prozesse für Wohnungs- und Verwaltungsunternehmen relevant sind, bedarf es einer dezidierten Identifizierung der für sie bedeutsamen Prozesse. Die Vermietungs- und Verwaltungsleistungen können gemäß GEFMA 100-2 dem Hauptprozess „Objekte verwalten“ und konkret dem Teilprozess „Mietverwaltung durchführen“ zugeordnet werden. Dieser umfasst wiederum die Tätigkeiten

- Neuvermietungen
- Mieterbetreuung
- Verwaltung der Mietverträge
- Nebenkostenabrechnungen nach den mietrechtlichen Bestimmungen
- Wahrnehmung der Eigentümerinteressen
- Initiierung und Vergabe einzelner Aufträge für Gebäudereinigung, Instandhaltung, Hausmeisterdienste, Gärtnerdienste u.a.

Weitere identifizierte Prozesse können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Tabelle 1: In Wohnungs- und Verwaltungsunternehmen anfallende Prozesse nach GEFMA 100-2²⁷

Hauptprozesse	Teilprozesse / Tätigkeiten	
Objekte verwalten	<ul style="list-style-type: none"> • Mietverwaltung durchführen • Hausverwaltung durchführen • Rechnungswesen und Controlling • Objektbuchhaltung 	<ul style="list-style-type: none"> • Vertrags- und Versicherungsmanagement • Geltendmachung von Mängelansprüchen
Objektbetrieb managen	<ul style="list-style-type: none"> • Meldungen verfolgen <ul style="list-style-type: none"> – Entgegennahme von Stör- und Schadensmeldungen – Erfassung, Anlegen von Aufträgen, Klärung der Kostenübername – Weiterleiten zur Erledigung, Verfolgen der Erledigung • FM-Tools bereitstellen <ul style="list-style-type: none"> – Bereitstellung von Tools und Funktionalitäten wie CAFM und HelpDesk – Laufende Bereitstellung und Pflege der in Systemen gehaltenen Daten und Informationen • Beschwerdemanagement 	
Objekte betreiben	<ul style="list-style-type: none"> • Veranlassung und Begleitung von wiederkehrenden Prüfungen, erforderlichen Inspektionen, Wartungen, Instandsetzungen und Erneuerungen 	
Objekte reinigen und pflegen	Sofern derartige Aufgaben nicht vertraglich auf den Mieter übertragen wurden: <ul style="list-style-type: none"> • Reinigung und Pflege der gemeinschaftlich zu nutzenden Flächen wie Flure, Treppenhäuser und Aufzüge sowie Außenanlagen • Gärtnerische Pflege von Außenanlagen 	
Support bereitstellen	<ul style="list-style-type: none"> • Büroservices wie Sekretariatsdienste (Terminvereinbarungen, Telefondienste) und Dokumentendienste, Postdienste • Handwerksdienste erbringen • Durchführung von Beschaffungen für Dienstleistungen oder Ersatzteile 	

²⁷ Die Aufzählung umfasst eine Auswahl an Prozessen und Tätigkeiten und kann nicht als abschließend angesehen werden.

4 Optimierung der identifizierten Prozesse und Tätigkeiten

Die im vorherigen Kapitel identifizierten Prozesse und Tätigkeiten sind vielzählig, häufig zeitaufwendig und arbeitsintensiv und verursachen hohe Kosten.²⁸ Daher werden im Folgenden der Optimierungsbedarf sowie zwei Möglichkeiten zur Optimierung aufgezeigt.

4.1 Aufzeigen des Optimierungsbedarfs

Fehlende Prozessstandardisierungen führen zu einer vergleichsweise hohen Fehlerquote. Kundendaten, Verträge und Dokumente zu den zu verwaltenden Immobilien liegen oftmals in Papierform vor, die Kommunikation mit Mietern und Handwerkern unterliegt regelmäßig keiner Dokumentation, genutzte Informationssysteme sind häufig als isolierte Anwendungen zu finden und es erfolgt eine sequentielle Bearbeitung von unterschiedlichen Abteilungen.²⁹

Kosten, die zur Erhaltung des bestimmungsgemäßen Gebrauchs einer Immobilie und zur Mängelbeseitigung anfallen (Instandhaltungs- und Instandsetzungskosten) sowie Kosten für Verwaltungsarbeit und die hierfür eingesetzten Arbeitskräfte (Verwaltungskosten) zählen gemäß § 1 Abs. 2 BetrKV nicht zu den Betriebskosten und dürfen demnach nicht auf die Mieter umgelegt werden. Diese Kosten haben somit eine maßgebliche Wirkung auf die Wirtschaftlichkeit des Wohnungs- bzw. Verwaltungsunternehmens, weswegen der Vermieter darum bemüht ist, diese Kosten möglichst gering zu halten.

Die voranschreitende Digitalisierung führt zu veränderten Anforderungen von Mietern und Vermietern. Diese ergeben sich aus deren positiven Erfahrungen hinsichtlich Geschwindigkeit, Transparenz, Effizienz und Einfachheit bei Nutzung des Internets und Smartphones zu privaten Zwecken der Kommunikation, zum Einkauf oder zur Einholung von Informationen.³⁰ Derartige Annehmlichkeiten werden vermehrt auch rund um die Wohnung und damit verbundene Dienstleistungen erwartet.³¹ So stellen Mieter beispielsweise erhöhte Erwartungen an eine permanente Erreichbarkeit des Vermieters. Mängel sollten jederzeit gemeldet werden können. Zudem entwickelt sich der Wunsch, zeit- und ortsunabhängig sowie transparent gewünschte Informationen, z.B. über den Status der Mängelbearbeitung, zur Verfügung gestellt zu bekommen.³² Den sich ändernden Anforderungen gilt es gerecht zu werden.

4.2 Optimierung durch Prozessmanagement

Zur Gewährleistung optimaler und strukturierter Arbeitsabläufe ist ein effizientes Prozessmanagement unerlässlich. So wird in der DIN EN ISO 9000 die Aussage getroffen, dass gewünschte Ergebnisse effektiver und effizienter erzielt werden können, wenn die dazugehörigen Tätigkeiten gebündelt und als zusammenhängender Prozess abgebildet werden.³³ Das Prozessmanagement umfasst dabei *„alle planerischen, organisatorischen und kontrollierenden Maßnahmen [...], welche die Arbeitsprozesse gestalten und laufend optimieren.“*³⁴

²⁸ Vgl. Vornholz (2017), S. 199

²⁹ Vgl. Bölting/Königsmann/Neitzel (2016), S. 59 und S. 69; vgl. Vornholz (2017), S. 199

³⁰ Vgl. Analyse&Konzepte/InWIS (2013), S. 47 f.; vgl. Arnemann (2018), S. 19 f.

³¹ Vgl. Vornholz (2017), S. 200

³² Vgl. Analyse&Konzepte/InWIS (2013), S. 49

³³ Vgl. DIN EN ISO 9000, S. 17

³⁴ Schulte-Zurhausen (2010), S. 60

Dadurch können Leistungen optimiert, Ressourcen effizienter verwendet und funktionsübergreifende Barrieren reduziert werden.³⁵

4.3 Optimierung durch den Einsatz digitaler Technologien

Im Zeitalter der Digitalisierung bietet sich die Unterstützung von Prozessen durch den Einsatz digitaler Technologien an. Durch die Vernetzung von Menschen, Informationen und Technik lassen sich Effizienzsteigerungen bei den Prozessen erzielen und es können schnellere, datengestützte Entscheidungen getroffen werden. Bislang gilt die deutsche Immobilien- und Wohnungswirtschaft in Sachen Digitalisierung allerdings im Vergleich zu anderen Branchen als wenig innovativ, weswegen hier ein großes Potential besteht.³⁶

Die für die Wohnungswirtschaft relevanten Technologien können in Basistechnologien und darauf aufbauende Technologien unterteilt werden. Cloud und Mobile Computing bilden die Basistechnologien. **Cloud Computing** beschreibt Dienste zur Bereitstellung von Speicherplatz oder Anwendungssoftware im Internet über eine sogenannte Cloud, auf die orts-, zeit- und endgerätenabhängig zugegriffen werden kann. Dadurch wird ein flexibler, bedarfsorientierter Zugriff gewährleistet. **Mobile Computing** umfasst hingegen den Zugriff auf Daten, Netzwerke und Informationen über mobile Endgeräte wie Smartphones, Tablets oder Laptops.³⁷

Als darauf aufbauende Technologien, welche für die Wohnungswirtschaft von Relevanz sind, lassen sich nennen:³⁸

- **Data Science (bzw. Data Mining):** Extraktion von Wissen aus großen Datensammlungen (Big Data).
- **Künstliche Intelligenz:** Nachbildung einer menschenähnlichen Intelligenz.
- **Plattformen und Portale:** Zentraler Zugriffspunkt auf Informationen sowie Bereitstellung von Software im Internet.
- **Sensoren:** Umwandlung physikalischer Größen in elektrische Signale.
- **Virtual und Augmented Reality:** Dreidimensionale Visualisierung der realen Umgebung (Virtual Reality) bzw. Implementierung virtueller Informationen oder Aspekte in die reale Umgebung (Augmented Reality).

Durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien können Informationen besser gesteuert, gespeichert, strukturiert und Arbeitsabläufe verbessert werden. Mieterdaten, aber auch Marktdaten können durch Data Science systematisch analysiert und ausgewertet werden, um Dienstleistungen noch passgenauer auf die Mieter abzustimmen, Renditen zu optimieren, Vorhersagen zu Mietpreisen zu erhalten und Energieverbräuche zu reduzieren. Zudem können Vermieter durch verbesserte, effizientere Möglichkeiten der Kommunikation den sich ändernden Kundenanforderungen gerecht werden. So ermöglichen beispielsweise Portale den direkten Austausch zwischen Mieter und Vermieter sowie die transparente Bereitstellung von Informationen. Zudem können orts- und zeitunabhängig

³⁵ Vgl. DIN EN ISO 9000, S. 17

³⁶ Vgl. Rodeck et al. (2016), S. 18; vgl. Vornholz (2017), S. 196

³⁷ Vgl. Vornholz (2017), S. 195

³⁸ Vgl. Vornholz (2017), S. 195

Mietangebote über Immobilienportale, Datenbanken und Makler-Apps bereitgestellt werden. Durch elektronische Vermietungssteckbriefe können alle relevanten Informationen über die Mietverhältnisse zusammengefasst werden. Softwareprogramme können den Vermieter bei verwaltungs- und buchhalterischen Tätigkeiten unterstützen. Durch eine smarte Erfassung von Zählern können Ablesevorgänge entfallen. Zudem kann die direkte Datenaufnahme vor Ort über mobile Endgeräte erfolgen.³⁹ Es wird deutlich, dass die Möglichkeiten zur Prozessoptimierung durch den Einsatz digitaler Technologien vielfältig sind.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Als Anbieter treten auf dem deutschen Wohnungsmarkt private sowie professionell-gewerbliche Eigentümer auf. Die professionell-gewerblichen Anbieter können weiter untergliedert werden und weisen unterschiedliche Strukturen und unternehmerische Zielsetzungen auf. Das Kerngeschäft liegt jedoch gleichermaßen in der Vermietung und Verwaltung von Wohnungen sowie der Mieterbetreuung. Damit einhergehende Prozesse und Tätigkeiten lassen sich zum einen aus den gesetzlichen Verpflichtungen des BGB ableiten, zum anderen kann sich an Richtlinien und Normen wie der GEFMA 100-2 und der DIN 32736 orientiert werden.

Aus fehlenden Standardisierungen, hohen Kosten und veränderten Anforderungen der Mieter ergibt sich ein hohes Potential zur Optimierung der Prozesse, welchem mit einem effizienten Prozessmanagement sowie dem Einsatz digitaler Technologien begegnet werden kann. Allerdings müssen zunächst bestehende Hürden überwunden werden, welche häufig in fehlenden personellen und finanziellen Ressourcen, einer fehlenden Digitalisierungsstrategie, dem Erfordernis nach einer papierbasierten Bearbeitung sowie Unkenntnis über die Einsatzmöglichkeiten liegen. Zudem darf das Thema Datenschutz keinesfalls vernachlässigt werden.⁴⁰

Demnach sollten Unternehmen nach Strukturierung ihrer Prozesse zunächst eine Digitalisierungsstrategie formulieren und auf derartige Unterstützungsmaßnahmen zurückgreifen, welche vom jeweiligen Unternehmen in personeller und finanzieller Hinsicht tragbar sind. Hier besteht der Ansatz, ganzheitliche Konzepte zur Prozessoptimierung zu entwickeln, welche Akzeptanz bei den Mitarbeitern zur Umsetzung veränderter Arbeitsabläufe finden.

³⁹ Vgl. Vornholz (2017), S. 199 ff. und S. 212 ff.

⁴⁰ Vgl. Rodeck et al. (2016), S. 21; vgl. Bölting/Königsmann/Neitzel (2016), S. 59; vgl. Deeg/Trunec (2018), S. 38 f.

Literaturverzeichnis

Analyse&Konzepte/InWIS (2013)

Analyse & Konzepte; InWIS: Wohntrends 2030. Studie im Auftrag des GdW Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e.V. (Hrsg.). GdW Branchenbericht 6. Berlin, 2013

Arnemann (2018)

Arnemann, Oliver: Digitale Transformation der Immobilienwirtschaft (Teil 1). In: Facility Management. 24. Jahrgang. Heft 01/2018, S. 18-22

BBSR (2015)

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.): Privateigentümer von Mietwohnungen in Mehrfamilienhäusern. BBSR-Online-Publikation 02/2015. Bonn, 2015

Bölting/Königsmann/Neitzel (2016)

Bölting, Torsten; Königsmann, Thomas; Neitzel, Michael: Digitalisierung in der Immobilienwirtschaft – Chancen und Risiken. Studie im Auftrag der Bundesarbeitsgemeinschaft Immobilienwirtschaft Deutschland (BID). Bochum, 2016

Brauer (2013)

Brauer, Kerry-U.: Einführung in die Immobilienwirtschaft. In: Brauer, Kerry-U. (Hrsg.): Grundlagen der Immobilienwirtschaft - Recht - Steuern - Marketing - Finanzierung - Bestandsmanagement - Projektentwicklung. 8. Aufl. Wiesbaden: Springer Gabler, 2013, S. 3–58

Deeg/Trunec (2018)

Deeg, Michael; Trunec, Katrin: Digitale Agenda 2025. Studie im Auftrag des Verbands norddeutscher Wohnungsunternehmen e.V. und vdw Verband der Wohnungswirtschaft in Niedersachsen und Bremen e.V. (Hrsg.). Hamburg, 2018

Fehr (2000)

Fehr, Peter: Dienstleistungsmanagement in der Wohnungswirtschaft - Wohnbegleitende Dienstleistungen für Mieter und Eigentümer. Schriftenreihe des Instituts für Kredit- und Finanzwirtschaft. Band 26. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2000

GdW (2017)

GdW Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e.V. (Hrsg.): Wohnungswirtschaftliche Daten und Trends 2017/2018. Zahlen und Analysen aus der Jahresstatistik des GdW. Berlin, 2017

Gondring (2013)

Gondring, Hanspeter: Immobilienwirtschaft - Handbuch für Studium und Praxis. 3. Aufl. München: Verlag Franz Vahlen, 2013

Kofner (2004)

Kofner, Stefan: Wohnungsmarkt und Wohnungswirtschaft. München, Wien: Oldenbourg Verlag, 2004

Rodeck et al. (2016)

Rodeck, Martin et al.: Einsatz digitaler Technologien in der Immobilienwirtschaft. Studie. 2016

Schätzl et al.(2007)

Schätzl, Ludwig et al.: Investitionsprozesse im Wohnungsbestand unter besonderer Berücksichtigung privater Vermieter. Schriftenreihe Forschungen des BMVBS und BBR. Heft 129. Bonn: 2007

Schulte/Holzmann (2008)

Schulte, Karl-Werner; Holzmann, Christoph: Institutionelle Aspekte der Immobilienökonomie. In: Schulte, Karl-Werner (Hrsg.): Immobilienökonomie - Band I: Betriebswirtschaftliche Grundlagen. 4. Aufl. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2008, S. 167–205

Schulte-Zurhausen (2010)

Schulte-Zurhausen, Manfred: Organisation. Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. 5. Aufl. München: Vahlen, 2010

Schwarz (2004)

Schwarz, Martin E.: Strategisches Management in der Wohnungswirtschaft - Ehemals gemeinnützige Wohnungsunternehmen auf dem Weg zu einem neuen Führungsverständnis. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2004

Sperl (2016)

Sperl, Friederike: Customer Relationship Management. Essays in Real Estate Research. Band 7. Wiesbaden: Springer Gabler, 2016

Theurl (2014)

Theurl, Theresia: Wohnungsgenossenschaften. In: Voigtländer, Michael; Depenheuer, Otto (Hrsg.): Wohneigentum - Herausforderungen und Perspektiven. Bibliothek des Eigentums. Band 11. Berlin, Heidelberg: Springer, 2014, S. 77–94

Vornholz (2017)

Vornholz, Günter: Entwicklungen und Megatrends der Immobilienwirtschaft. De Gruyter Studium. 3., grundlegend überarbeitete und aktualisierte Auflage. München: De Gruyter Oldenbourg, 2017

Winter (2017)

Winter, Ralph: Institutionen im Modell wohnungswirtschaftlicher Aktivität. In: Arnold, Daniel; Rottke, Nico; Winter, Ralph (Hrsg.): Wohnimmobilien - Lebenszyklus, Strategie, Transaktion. Wiesbaden: Springer Gabler, 2017, S. 99-118

Verwendete Gesetzestexte und Normen

Betriebskostenverordnung (BetrKV) in der Fassung vom 25.11.2003,

Bürgerliches Gesetzbuch (BGB) in der Fassung vom 02.01.2002

Wohneigentumsgesetz (WEG) in der Fassung vom 15.03.1951

DIN 32736 08/2000: Gebäudemanagement – Begriffe und Leistungen

DIN EN ISO 9000 11/2015: Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe

GEFMA 100-1 07/2004: Facility Management – Grundlagen

GEFMA 100-2 07/2004: Facility Management – Leistungsspektrum

Veränderungen des Bauproduktionsprozesses bei einem Einsatz von Raummodulen

J. Schütte

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141215-0>

*Julian Schütte, M. Sc.
Institut für Bauwirtschaft und Baubetrieb
Technische Universität Braunschweig
julian.schuette@tu-braunschweig.de*

Inhalt

1	Einleitung	324
2	Charakteristiken vorgefertigter Raummodule in der Bauproduktion.....	325
	2.1 Definitionen und Zusammenhänge	325
	2.2 Materialtechnische und konstruktive Ausführungsvarianten von Raummodulen ...	327
3	Änderungen in der Bauproduktion bei einem Einsatz von Raummodulen.....	328
	3.1 Besonderheiten der „konventionellen“ Bauproduktion	328
	3.2 Auswirkungen der Raummodulbauweise auf die Bauproduktion	331
	3.3 Erforderliche Anpassungen der Bauprojektentwicklung	335
	3.4 Abgeleitete Einsatzbereiche von Raummodulen	336
4	Zusammenfassung	338

1 Einleitung

Eine Vielzahl von Aspekten spricht für eine Implementierung von Veränderungen in der Bauproduktion. Der Anteil wertschöpfender Tätigkeiten an den Prozessen auf der Baustelle liegt etwa bei einem Drittel¹. Ein Blick auf die Entwicklung der Arbeitsproduktivität im Bauwesen zeigt zudem, dass der seit 1991 im produzierenden Gewerbe um etwa 180 % gestiegenen Arbeitsproduktivität eine nahezu stagnierende Arbeitsproduktivität im Bauwesen gegenüber steht (vgl. Abbildung 1). Eine Motivation für Veränderungen in der Bauproduktion stellen zudem zahlreiche Terminverzögerungen und Baukostensteigerungen von Bauprojekten dar. Die drei größten Ursachen von Baukostensteigerungen sind nach *Berner (2016)* auf Grundlage einer Untersuchung von 180 öffentlichen Bauvorhaben

- die Trennung zwischen der Planungs- und Ausführungsverantwortung,
- Defizite in der Planungsphase und
- Defizite in der Bauausführung².

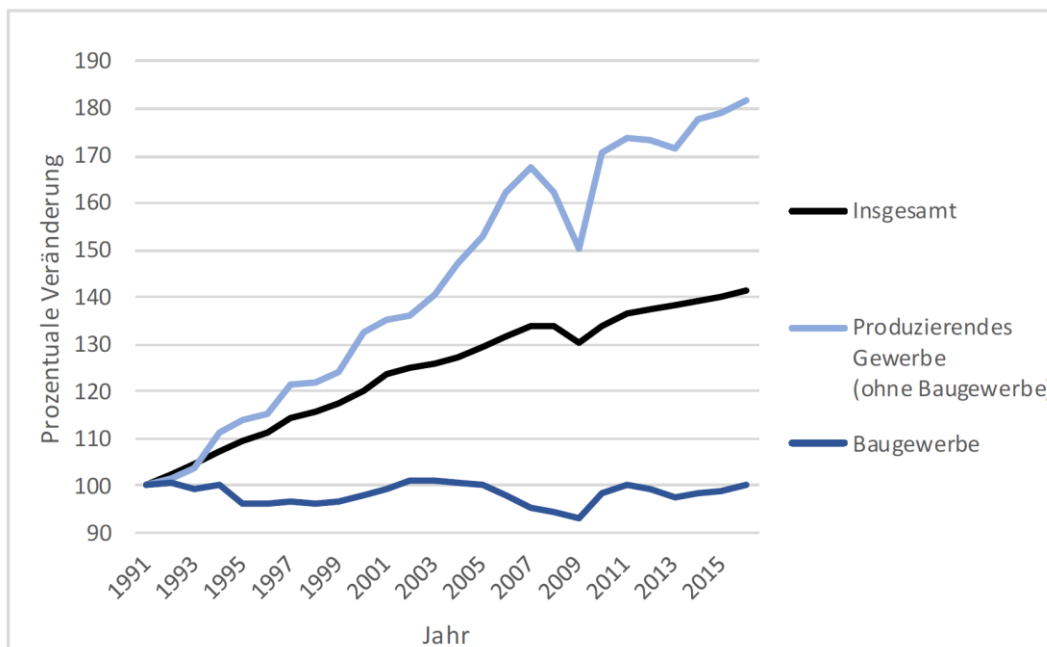


Abbildung 1: Prozentuale Veränderung der Arbeitsproduktivität je geleisteter Erwerbsstunde im produzierenden Gewerbe (ohne Baugewerbe) und im Baugewerbe seit 1991³

Im Zusammenhang mit den Diskussionen über eine ineffiziente Wertschöpfung in der Bauproduktion und die Schwächen konventioneller Bauprojektentwicklungsmodelle werden eine Standardisierung sowie eine Vorfertigung von Bauprodukten und eine Organisation der Planungs- und Produktionsprozesse im Bauwesen nach industriellem Vorbild als zielführend angesehen⁴. Zur Errichtung von Hochbauprojekten kann an dieser Stelle die Raummodulbauweise, das heißt das Bauen mit industriell vorgefertigten, dreidimensionalen und raumbildenden Bauteilen unterschiedlicher Größe, die auf der Baustelle zu einem Bauwerk montiert

¹ Vgl. Boenert/Blömeke (2003), S. 277f.

² Vgl. Berner (2016), S.14ff.

³ Klemm (2017), S. 9

⁴ Vgl. Kirsch (2008), S. 1

werden, eine Alternative darstellen⁵. Der Einsatz von Raummodulen bringt wesentliche Veränderungen für den Prozess der Projektabwicklung mit.

Der vorliegende Beitrag soll die Veränderungen, die sich durch einen Einsatz der Raummodule für die Abwicklung von Bauprojekten ergeben, aufzeigen. Zu diesem Zweck werden zunächst in Kapitel 2 Definitionen und Erläuterungen zur Raummodulbauweise gegeben. In Kapitel 3 werden die Merkmale der konventionellen Bauproduktion dargestellt und anschließend die sich durch einen Einsatz von Raummodulen ergebenden wesentlichen Veränderungen vorgestellt. Darauf aufbauend werden erforderliche Anpassungen in der Bauprojektabwicklung skizziert und potentielle Einsatzbereiche der Raummodulbauweise im Bauwesen abgeleitet. Abschließend werden die wesentlichen Erkenntnisse resümiert. Das Schema der Vorgehensweise ist in Abbildung 2 dargestellt.

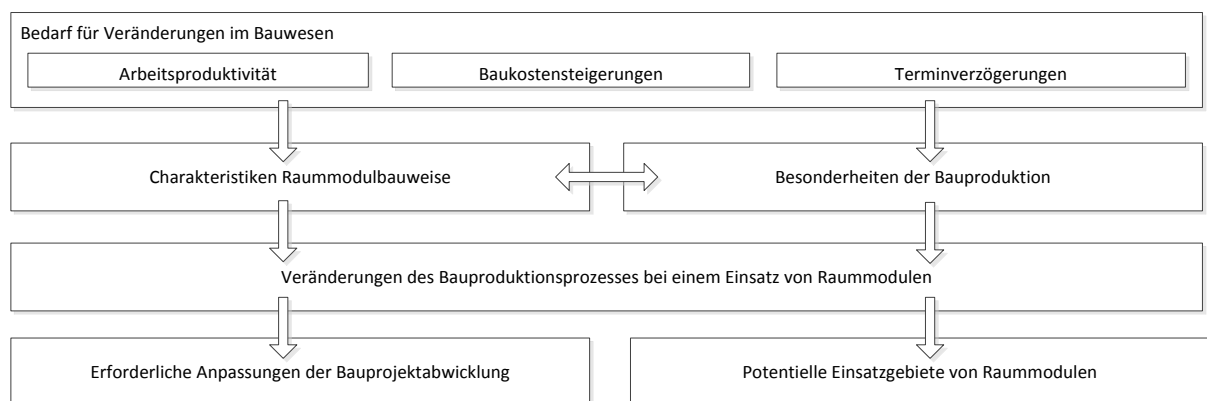


Abbildung 2: Vorgehen zur Herausarbeitung der Veränderungen des Bauproduktionsprozesses bei einem Einsatz von Raummodulen

2 Charakteristiken vorgefertigter Raummodule in der Bauproduktion

Im Folgenden sollen die wesentlichen Grundlagen zur Raummodulbauweise beschrieben werden. Zunächst wird die Bauweise dazu in einen theoretischen Kontext mit dem modularen, seriellen und industriellen Bauen gesetzt und es wird eine Definition zur Raummodulbauweise gegeben. Ferner werden die wichtigsten Eigenheiten der Bauweise skizziert. Anschließend wird auf die gängigsten materialtechnischen Ausführungsvarianten von Raummodulen in Holz, Stahl und Beton eingegangen.

2.1 Definitionen und Zusammenhänge

Die Raummodulbauweise vereint Charakteristiken des industriellen, seriellen und modularen Bauens. Das industrielle Bauen beschreibt die zentralisierte Herstellung von Bauprodukten, die Übertragung industrieller Arbeitsweisen auf die Bauproduktion und die Rationalisierung von Arbeitsabläufen⁶. Unter dem seriellen Bauen wird die Typisierung beziehungsweise Standardisierung von Bauwerken oder Bauwerksabschnitten sowie von in Serie hergestellten

⁵ Vgl. Staib/Dörrhöfer/Rosenthal (2013), S. 160

⁶ Vgl. Girmscheid/Hofmann (2000), S. 586f.; Moro et al. (2018), S. 42

oder auch industriell gefertigten beziehungsweise vorgefertigten Bauteilen verstanden⁷. Modulares Bauen ist das raumschaffende Zusammenfügen von seriell gefertigten Modulen zu einem Bauwerk.⁸ Die verwendeten Bauteile können dabei in verschiedenen Bauvorhaben eingesetzt werden.

Raummodule sind dreidimensionale, seriell vorgefertigte Einheiten, die durch Stapelung und Aneinanderreihung zu einem Gebäude zusammengefügt werden (siehe Abbildung 3).⁹ Im Sinne einer Modularisierung sind die Bauwerke in standardisierte Baugruppen unterteilbar.

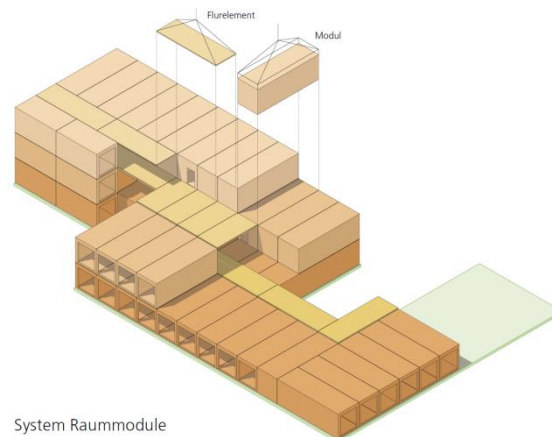


Abbildung 3: Aneinanderreihen und Stapeln der Raummodule zu einem Gebäude, ggf. mit Ortbetonelementen oder Fertigteilenelementen¹⁰

Die Produktion der Raummodule erfolgt in der Regel im Zuge einer Vorfertigung in einem Werk.¹¹ Analog zur Produktion in der Automobilindustrie werden verschiedene Fertigungsstationen durchlaufen.¹² Die vorgefertigten Raummodule werden anschließend zur Baustelle transportiert. Auf der Baustelle erfolgt die Montage der Raummodule zu einem Bauwerk.¹³ Die Raummodule können vierseitig bis sechsstufig geschlossen sein und die Verbindung der Module erfolgt durch Schweißen oder mittels Bolzen-, Schraub- oder Steckverbindungen.

Die jeweiligen Konstruktionsprinzipien der Raummodule bestimmen die Kombinationsmöglichkeiten der Module und die sich daraus ergebende Variantenvielfalt.¹⁴ Zwar ermöglicht eine höhere Flexibilität der Module in der Planungsphase Vorteile hinsichtlich einer individuelleren Gestaltung, zum Beispiel bei der Grundrisseinteilung. Jedoch reduzieren größere Freiheiten in der Planungsphase den Grad der Standardisierung, insbesondere im Hinblick auf die stationären Arbeitsprozesse. Folglich wird bei einer größeren Individualisierung ein erhöhter Aufwand in der Planung und Produktion erforderlich. Vor dem Hintergrund dieses Spannungsfeldes aus Flexibilität und Aufwand unterscheiden sich die Vorfertigungs- und

⁷ Vgl. Benze/Gill/Hebert (2013), S. 8; Heck/Koppelhuber (2015), S. 22

⁸ Vgl. Heck/Koppelhuber (2015); Bärthel (2002), S. 30

⁹ Vgl. Knaack/Chung-Klatte/Hasselbach (2012) S. 48; Hintersteiner (2015), S. 55

¹⁰ Holzbau Deutschland (2017), S. 23

¹¹ Vgl. Staib/Dörrhöfer/Rosenthal (2013), S. 160

¹² Vgl. Hintersteiner (2015), S. 56

¹³ Vgl. Staib/Dörrhöfer/Rosenthal (2013), S. 160f.

¹⁴ Vgl. Hintersteiner (2015), S. 55

Standardisierungsgrade der Raummodule. Die Vorfertigungsgrade und der damit häufig verbundene, vermehrte Einsatz von Standardisierungen im Werk sind einerseits abhängig von den angebotenen Möglichkeiten der Anbieter von Raummodulen und andererseits von den Vorstellungen sowie Anforderungen der Auftraggeber. Folglich können von sogenannten Rohbau-Raummodulen über „erweiterte Rohbau-Raummodule“ bis hin zu Fertig-Raummodulen verschiedene Vorfertigungsgrade in den Werken realisiert werden. Bei Fertig-Raummodulen können sogar die (Innen-)Ausbauleistungen, die Technische Gebäudeausrüstung und die Fassadenarbeiten bereits im Werk erbracht werden – ggf. einschließlich komplett vorgefertigter Sanitärzellen¹⁵.

Als wesentliche Einflussfaktoren auf den Entwurf bei einem Einsatz von Raummodulen sind ferner Beschränkungen durch den Transport der Module und die bautechnischen Eigenschaften des verwendeten Materials zu nennen¹⁶. Die Abmessungen der Module sind auf den Transport anzupassen.¹⁷ Außerdem bestimmt das Material die realisierbaren Spannweiten in Wechselwirkung mit der Wirtschaftlichkeit¹⁸.

2.2 Materialtechnische und konstruktive Ausführungsvarianten von Raummodulen

Im Folgenden werden die gängigsten materialtechnischen Ausführungsvarianten von Raummodulen kategorisiert nach Holz, Beton und Stahl, vorgestellt. Unterschiede bestehen jedoch nicht nur zwischen den einzelnen materialtechnischen Ausführungsvarianten, sondern auch innerhalb der Materialsparten infolge unterschiedlicher konstruktiver Ausführungsvarianten.

Der Einsatz von Raummodulen aus *Stahl* kann nach *Staub/Dörrhöfer/Rosenthal (2013)* sowohl zur Errichtung von dauerhaften Bauwerken als auch von temporären Bauwerken erfolgen.¹⁹ Je nach konstruktiver Ausführung können die Raummodule bis zu sechs Geschosse übereinander gestapelt werden. Die realisierbaren Abmessungen werden durch die Bauaufgabe, die Transportmöglichkeiten und das Bausystem bestimmt. Charakteristisch ist eine Tragwerkskonstruktion aus einem geschweißten oder geschraubten Stahlrahmen, der sich aus stabförmigen Stahlprofilen respektive Stahlhohlprofilen zusammensetzt. Die mit nicht brennbarem Dämmstoff ausgefachten Felder zwischen den Rahmenprofilen können beispielsweise mit Sandwichelementen aus Stahlblech und Hartschaumdämmung als Außenverkleidung und Gipskartonplatten als Innenverkleidung beplankt werden. Übliche Bodenaufbauten der Raummodule aus Stahl bestehen aus Profilblech, Wärmedämmung und einem Bodenbelag aus Trocken- oder Nassestrich.

Analog zu den Raummodulen aus Stahl können auch Raummodule aus *Holz* sowohl für eine dauerhafte als auch für eine temporäre Nutzung eingesetzt werden.²⁰ Als konstruktive Ausführungsvarianten kommen die Holzrahmenbauweise oder die Holzmassivbauweise infrage.

¹⁵ Vgl. Hintersteininger (2015), S. 56

¹⁶ Vgl. Hintersteininger (2015), S. 199

¹⁷ Vgl. Knaack/Chung-Klatte/Hasselbach (2012), S. 48

¹⁸ Vgl. Hintersteininger (2015), S. 199

¹⁹ Vgl. Staub/Dörrhöfer/Rosenthal (2012), S. 160f.

²⁰ Vgl. Staub/Dörrhöfer/Rosenthal (2013), S. 162f.

Bei der Holzrahmenbauweise bildet eine Skelettkonstruktion aus Brettschichtholzelementen das räumliche Tragwerk. Die Aussteifung kann entweder durch eine doppelseitige Beplanung mit Holzwerkstoffplatten beziehungsweise Gipskartonplatten oder durch den Einsatz biegesteifer Ecken erfolgen. Bei Raummodulen in Holzmassivbauweise bestehen die Wand-, Decken- und Bodenelemente aus Holztafeln. Als Teil des Bodenaufbaus ist die Aufbringung eines Trocken- oder Nassestrichs oder von Holzwerkstoffplatten denkbar. Um Gebäude mit mehr als drei Geschossen mit Raummodulen aus Holz zu realisieren, ist der Einbau von nichttragenden Raummodulen aus Holz in ein tragendes Stahl- oder Stahlbetonskelett möglich.

Raummodule aus *Beton* können in Normal- oder Leichtbeton ausgeführt werden.²¹ Je nach Hersteller können alle Elemente eine tragende Funktion besitzen oder es besitzen nur bestimmte Seitenwände eine tragende Funktion. Die Bemessung und Bewehrung der Wand-, Decken- und Bodenelemente erfolgt nach statischen Anforderungen. Die Produktion erfolgt in speziellen Stahlschalungen, durch die zum Teil eine fugenlose Herstellung möglich ist. Durch den Einsatz der Stahlschalung entsteht eine glatte Oberfläche mit Sichtbetonqualität. Das Gewicht der Raummodule aus Beton ist höher als das der Stahl- und Holzmodule.

3 Änderungen in der Bauproduktion bei einem Einsatz von Raummodulen

In Anlehnung an *Uhl (2011)* kann eine Produktion durch die folgenden Merkmale charakterisiert sein, in welche die anschließenden Erläuterungen gegliedert sind:

- Standardisierungsgrad/Fertigungsart
- Auftragsauslösungsart
- Automatisierungsgrad
- Ortsgebundenheit der Produktion
- Dauer der Fertigung
- Projektabwicklung
- Leistungsänderungsrecht²².

Im folgenden Unterkapitel werden die wesentlichen, kennzeichnenden Merkmalausprägungen der Bauproduktion benannt und kurz erläutert. Im Anschluss werden die Auswirkungen der Raummodulbauweise auf die Merkmale skizziert.

3.1 Besonderheiten der „konventionellen“ Bauproduktion

Die konventionelle Bauproduktion im Sinne der klassischen Baustellenproduktion ist durch Besonderheiten charakterisiert, welche wesentliche Unterschiede zur stationären Fertigung darstellen. Infolge dieser Besonderheiten ist eine Übertragung von Konzepten der stationären Fertigung ins Bauwesen nicht unmittelbar möglich²³. Im Folgenden werden einige Be-

²¹ Vgl. Staib/Dörrhöfer/Rosenthal (2013), S. 163f.

²² Vgl. Uhl (2011), S. 208f.

²³ Vgl. Uhl (2011), S. 209

sonderheiten der Bauproduktion anhand der oben geschilderten Merkmale beschrieben, die für einen Vergleich mit der Raummodulbauweise von besonderem Interesse sind.

Standardisierungsgrad/Fertigungsart

In der Bauproduktion handelt es sich in der Regel um eine *Einzelfertigung*.²⁴ Aus den individuellen Vorgaben durch den Auftraggeber resultiert ein hohes Maß an Individualität, das in der industriellen Massen-, Serien- oder Sortenfertigung nicht vorhanden ist.²⁵ Bauobjekte werden in der Regel erst nach der Beauftragung konstruiert und geplant. Komplexe Unikate entstehen durch *kundenindividuelle* gestalterisch-konstruktive Entwürfe, die gegebenen Standortfaktoren und verschiedene Baustoffkombinationen.²⁶

Auftragsauslösungsart

Bei der konventionellen Bauproduktion handelt es sich um eine Auftragsfertigung²⁷. Nach dem Verständnis der *Auftragsfertigung* beginnt der Unternehmer mit der Produktion, sobald ihm ein Auftrag erteilt worden ist („engineering-to-order“)²⁸. Die Bauleistungen für die zu erstellenden Bauwerke werden in Form einer Leistungsbeschreibung angefragt und durch Bauunternehmen angeboten.²⁹ Eine Produktion auf Vorrat erfolgt folglich nicht. Die Gestaltungsfreiheiten des Bauunternehmens hängen von der Art und Tiefe der Leistungsbeschreibung ab.

Ortsgebundenheit der Produktion

Ein weiteres Merkmal der konventionellen Bauproduktion ist die *Standortgebundenheit* der Produktion.³⁰ Die Immobilität der Bauwerke erfordert deren Herstellung vor Ort. In der Konsequenz wechselt der Produktionsstandort der Bauunternehmen projektbezogen. Mit der zusätzlichen Charakteristik der *Baustellenfertigung*, welche mit der Standortgebundenheit der Produktion einhergeht, wird eine projektspezifische Auslegung der Baustelleneinrichtung und Konzeptionierung der Logistik unter Berücksichtigung der jeweiligen Anforderungen und Randbedingungen erforderlich.³¹ Topografische, technische, logistische und wirtschaftliche Gegebenheiten müssen unter anderem sowohl bei der Baustelleneinrichtung und der Logistik als auch bei der Gründung des Bauwerks berücksichtigt werden. Es wird ein Transport von Arbeitskräften, Betriebsmitteln sowie Bau-, Vorhalte- und Reparaturstoffen zur Baustelle notwendig. Zudem müssen standortspezifische Produktionsverfahren gewählt werden.

Gleichmaßen geht mit der Standortgebundenheit die Fertigung unter Witterungseinflüssen einher³². *Witterungseinflüsse* können zu Störungen im Bauprozess führen und beeinflussen die Produktionsfaktoren Arbeitsleistung, Betriebsmittel und Baustoffe direkt oder indirekt.

²⁴ Vgl. Bauer (2013), S. 47

²⁵ Vgl. BWI-Bau (2013), S. 18

²⁶ Vgl. Uhl (2011), S.208; Bauer (2013), S. 48; BWI-Bau (2013), S. 17

²⁷ Vgl. BWI-Bau (2013), S. 18

²⁸ Vgl. Uhl (2011), S. 208

²⁹ Vgl. BWI-Bau (2013), S. 18

³⁰ Vgl. Uhl (2011), S.208

³¹ Vgl. Bauer (2013), S. 48; BWI-Bau (2013), S. 17

³² Vgl. Uhl (2011), S. 209

Zudem bewirkt die Witterungsabhängigkeit saisonale Auslastungsschwankungen bei den ausführenden Bauunternehmen.

Die Standortgebundenheit der Produktion führt zu einer Fertigung in „unfreundlicher“ Umgebung. Zum Schutz vor Diebstählen oder Vandalismus müssen die Baustellen zum Teil mit erheblichem Aufwand bewacht werden. Die Tätigkeiten auf einer Baustelle stellen zudem einen Störfaktor in der Umgebung dar. Störungen, zum Beispiel von Anliegern, bestehen in Transporten, Einnahmen von Verkehrsflächen (bei innerstädtischen Baustellen), Lärm- und Staubemissionen.

Automatisierungsgrad

Bei der konventionellen Bauproduktion handelt es sich um eine arbeitsintensive Fertigung, bei der trotz zunehmender Technisierung des Bauens in Form eines erhöhten Maschinen- und Geräteeinsatzes die menschliche Arbeitskraft mit handwerklichen Tätigkeiten eine zentrale Bedeutung inne hat.³³ Der Automatisierungsgrad und Vorfertigungsgrad der konventionellen Bauproduktion ist folglich gering. Der überwiegende Anteil an handwerklichen Tätigkeiten führt zu einer größeren Wahrscheinlichkeit von durch Menschen verursachten Fehlern³⁴.

Dauer der Fertigung

Die konventionelle Bauproduktion stellt in der Regel eine *Langzeitfertigung* dar.³⁵ Die Fertigung großer und oftmals komplexer Bauprojekte vollzieht sich über mehrere Monate. Die Dynamik in der Produktion, das heißt die mit Fortschritt des Projektes unterschiedlichen, auszuführenden Tätigkeiten, bewirkt eine sich ständig wandelnde Struktur der Produktionsfaktoren und des Produktionspotentials der Baustelle. Die Wechselwirkungen aus einem Einsatz der technischen und personellen Betriebskapazität beziehungsweise von Nachunternehmern in verschiedenen Projekten, der Auftragsvergabe und der Art der Bauleistungen, der Konjunkturabhängigkeit und der Witterungseinflüsse erfordert ein komplexes Management hinsichtlich der Schwankungen von Beschäftigungen der Bauunternehmen.

Durch die lange Fertigungszeit bei mittleren und großen Bauprojekten können sich zudem veränderte Rahmenbedingungen im Hinblick auf Gesetze, Verordnungen oder Normen sowie konjunkturelle Entwicklungen ergeben³⁶.

Projektabwicklung

Die konventionelle Projektabwicklung von Bauvorhaben ist durch eine strikte *Trennung von Planung und Ausführung* charakterisiert³⁷. Nachteile dieser Vorgehensweise bestehen in einer großen Zahl an Schnittstellen und sowie erheblichen vertraglichen und rechtlichen Fragestellungen. Weiterhin liegen ein vertikaler und ein horizontaler Bruch der Wertschöpfungskette vor. Die strikte Trennung der auftraggeberseitigen Planung und der auftragneh-

³³ Vgl. BWI-Bau (2013), S.18; Schwerdtner (2007); S. 24, Bauer (2013), S. 208

³⁴ Vgl. Schwerdtner (2007), S. 24

³⁵ Vgl. Bauer (2013), S. 47f.

³⁶ Vgl. Schwerdtner (2007), S. 24

³⁷ Vgl. Schwerdtner (2007), S. 20

merseitigen Ausführung bedeutet einen vertikalen Bruch in der Bauwertschöpfungskette.³⁸ Ein horizontaler Bruch der Bauwertschöpfungskette besteht ferner in der mit der fragmentierten Baubranche verbundenen Arbeitsteilung in der Bauausführung. Die Einzelleistungsanbieter oder Nachunternehmer für die einzelnen Gewerke führen zu vielzähligen Schnittstellen, Unklarheiten über Verantwortlichkeitsbereiche sowie Informations- und Kommunikationsbrüchen.

Leistungsänderungsrecht

Im Bauwesen besitzt der Auftraggeber gemäß der Vergabe und Vertragsordnung für Bauleistungen, Teil B (VOB/B), sowie nach neuem Bauvertragsrecht ein Leistungsänderungsrecht während der gesamten Bauausführung³⁹.

3.2 Auswirkungen der Raummodulbauweise auf die Bauproduktion

Mit der Raummodulbauweise gehen systemimmanente Besonderheiten einher, die sich auf die Produktionsprozesse von Bauprodukten auswirken. Im Folgenden werden die wesentlichen Veränderungen des Bauproduktionsprozesses, die sich bei einem Einsatz von Raummodulen ergeben, beschrieben. Die Struktur ist an die vorhergehende Beschreibung der Besonderheiten der Bauproduktion angelehnt.

Standardisierungsgrad/Fertigungsart

Mit dem Einsatz von Raummodulen wird eine Standardisierung und Modularisierung angestrebt, die in der Planung eine Typisierung von Grundrissen erfordert⁴⁰. Je nach Hersteller müssen in diesem Prozess flexible oder festgelegte Raster beziehungsweise Abmessungen der Raummodule berücksichtigt werden⁴¹. Grundsätzlich können Raummodule nach individuellen, projektspezifischen Bedürfnissen konzipiert werden⁴². Die Kosten für die Werkplanung und Einrichtung der seriellen Produktion der Raummodule variieren je nach Komplexität des Projektes⁴³. Gleichmaßen werden in *Hintersteininger (2015)* die Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit in Abhängigkeit der Flexibilität und Variantenvielfalt der angebotenen Systeme beschrieben.⁴⁴ Mit einer Entscheidung für die Standardlösungen des Anbieters, beispielsweise im Hinblick auf die Abmessungen, erhöht sich die Wirtschaftlichkeit eines Vorhabens.

Der Grad der Standardisierung der einzelnen Module wird durch verschiedene Parameter (Vorfertigungsgrad, Typisierung der Modulabmessungen und Ausstattung,...) vorgegeben. Bei jedem Projekt sollte frühzeitig analysiert werden, ob und in welchem Maß die Höhe des Vorfertigungsgrades und des Standardisierungsgrades die Freiheiten der Gestaltung beeinträchtigen⁴⁵.

³⁸ Vgl. Uhl (2011), S. 209; Höppner/Uhl (2011) S. 215

³⁹ Vgl. BWI-Bau (2013), S. 18f.

⁴⁰ Vgl. Lauer (2013), S. 54; Kaufmann/Isopp (2017), S. 1

⁴¹ Vgl. Jussel/Isopp (2017), S. 1

⁴² Vgl. Staib/Dörrhöfer/Rosenthal (2013), S. 160

⁴³ Vgl. Lauer (2016), S. 54; Derix/Isopp (2017), S. 1

⁴⁴ Vgl. Hintersteininger (2015), S. 55

⁴⁵ Vgl. Hintersteininger (2015), S. 199

Auftragsauslösungsart

Bei der Raummodulbauweise handelt es sich übereinstimmend mit der konventionellen Bauweise um eine Auftragsfertigung⁴⁶. Der potentielle Auftraggeber beauftragt den Anbieter der Raummodule beispielsweise auf der Grundlage einer Entwurfsplanung, die von dem Anbieter in eine modulbasierte Ausführungsplanung überführt wird.

Eine Produktion auf Vorrat erfolgt demnach analog zum konventionellen Bauen nicht.

Ortsgebundenheit der Produktion

Die Raummodulbauweise ist mit einer industriellen Vorfertigung im Werk verbunden.⁴⁷ Beispielhaft können die Leistungen der Vorfertigung den kompletten Ausbau inklusive der Finish-Arbeiten von Wand-, Boden- und Deckenflächen einschließen. Installationen der Elektro-, Sanitär-, Heizungs- und Lüftungsinstallationen werden ebenfalls im Werk erbracht. Auf der Baustelle verbleiben mitunter neben den notwendigen Vorleistungen (z. B. Gründung) lediglich Arbeiten zur Montage der Module, das heißt die Stapelung und Aneinanderreihung, Verbindung der Module sowie Fassadenarbeiten oder Abdichtungsarbeiten⁴⁸.

Durch die geschilderte Leistungserbringung im Rahmen der werkseitigen Vorfertigung werden etwaige Witterungseinflüsse während der Produktion, die bei der konventionellen Baustellenproduktion gegeben sind, weitgehend vermieden. Lediglich die Montagetätigkeiten sowie die Gründungs- und Dach- sowie Fassadenabdichtungsarbeiten sind im Herstellungsprozess des Bauwerks der Witterung ausgesetzt. Im Vergleich zu den Besonderheiten der konventionellen Bauproduktion kann folglich, bezogen auf die Herstellung der Module, ein stationärer Produktionsort festgestellt werden. Der Aufwand einer projektspezifischen Auslegung der Baustelleneinrichtung und Konzeptionierung der Logistik „on-site“ fällt folglich umso geringer aus, je größer der Vorfertigungsgrad ist. In der Regel fällt bei einem Einsatz von Raummodulen der Transport von Arbeitskräften, Betriebsmitteln sowie Bau-, Vorhalte- und Reparaturstoffen zur Baustelle geringer aus, da es sich bei den Raummodulen mindestens um fertiggestellte Rohbaukonstruktionen handelt. Größere Reduzierungen der Transporte lassen sich durch einen Einsatz von Fertig-Raummodulen erreichen. Störungen der Anlieger durch Transporte, Lärm und Staub fallen zudem aufgrund der kürzeren Bauzeit auf der Baustelle geringer aus. Probleme bringen im Innenstadtbereich die Anlieferung der Module auf Tiefladern und die notwendige Bereitstellung von Stellflächen für das Hebezeug, in der Regel ein Mobilkran, mit sich.

Automatisierungsgrad

Die industrielle Produktion von Raummodulen ist bis heute noch durch traditionelle und handwerkliche Arbeitsschritte geprägt⁴⁹. Im Rahmen der Vorfertigung im Werk können die Raummodule jedoch in einer Art Fließbandproduktion und mittels getakteter Prozesse produziert werden.⁵⁰ Durch die effiziente Fließbandproduktion wird gemäß *Steffens (2016)* bei

⁴⁶ Vgl. Lauer (2013), S. 55f.

⁴⁷ Vgl. Lauer (2013), S. 56

⁴⁸ Vgl. Steffens (2016), S. 58

⁴⁹ Vgl. Hintersteininger (2015), S. 227

⁵⁰ Vgl. Knaack/Chung-Klatte/Hasselbach (2012), S. 96

einem Einsatz von Raummodulen im Vergleich zur konventionellen Bauweise eine geringere Anzahl an Facharbeitern benötigt.⁵¹

Dauer der Fertigung

Die Dauer der Fertigung wird in der Literatur bei einem Einsatz von Raummodulen im Vergleich zur konventionellen Bauproduktion als erheblich kürzer eingeschätzt.⁵² Die Bauzeitverkürzungen im Vergleich zur konventionellen Bauweise werden grob auf Werte um bis zu 70 % angegeben. Ein wesentlicher Anteil der verkürzten Bauzeit resultiert aus dem parallelen Ablauf von den Gründungsarbeiten des Bauwerks auf der Baustelle und der Produktion der Raummodule im Werk. Kurze Bauzeiten sind folglich davon abhängig, ob und inwieweit die oben angesprochenen Vorgänge parallel durchgeführt werden können sowie von dem Umfang der Restleistungen auf der Baustelle nach der Montage der Module.

Projektabwicklung

Die Anbieter von Raummodulen werden in der Regel als Generalunternehmer beauftragt.⁵³ Des Weiteren wird neben der Ausführung der gesamten Gewerke zwangsläufig die Ausführungsplanung übernommen. Die Übernahme weiterer Planungsleistungen, insbesondere von (Fach-)Planungen früher Planungsphasen, die zum Teil in einer bedeutenden Abhängigkeit zu den jeweiligen Eigenheiten der Konstruktion stehen, ist abhängig vom Anbieter.

Zur Erbringung der Bauleistungen beschäftigen die Anbieter zwar sowohl im Werk als auch (für die erforderlichen Restleistungen) auf der Baustelle häufig Nachunternehmer. Eine einfachere Koordination und eine kooperative Arbeitsweise sind jedoch bei einem Einsatz von Raummodulen in der Regel durch die Beauftragung derselben Nachunternehmer für Folgeprojekte, auch auf der Baustelle, gegeben.

Unterschieden werden muss zwischen Planungsleistungen, die vor Produktionsbeginn abgeschlossen sein müssen, weil sie die in der Vorfertigung einbezogenen Leistungen definieren oder in wesentlicher Wechselwirkung zu den in der Vorfertigung zu erbringenden Leistungen stehen und Leistungen, die unabhängig von der Produktion als Restleistung auf der Baustelle erbracht werden. Für die Planungsleistungen, die vor Beginn der Produktion abgeschlossen sein müssen, wird infolge der Abhängigkeiten zum Bausystem und dem Bedarf nach gut definierten Schnittstellen für die getaktete Fertigung eine integrale Planung erforderlich⁵⁴. In der Planungsphase müssen bereits alle Entscheidungen bezüglich der Lage von Versorgungs-, Elektro- und Sanitärinstallationen erfolgen. Die Produktion der Raummodule erfolgt nach dem Abschluss der Planungsphase.

Folglich liegen die nennenswerten Unterschiede zur konventionellen Bauweise in

- einer Generalunternehmerleistung,
- einer integralen Planung und
- der (frühzeitigen) Einbindung des ausführenden Unternehmens in die Planung.

⁵¹ Vgl. Steffens (2016), S. 58

⁵² Vgl. Lauer (2013), S. 56; Derix/Isopp (2017), S. 1

⁵³ Vgl. Lauer (2013), S. 55f.

⁵⁴ Vgl. Hintersteiner (2015), S. 199; Derix/Isopp (2017), S. 1

Leistungsänderungsrecht

Eine Änderung der Planung nach Produktionsbeginn bedeutet bei der Raummodulbauweise „einen Mehraufwand in der Produktion“⁵⁵, der durch die Taktung der Serienproduktion deutlich höher sein kann als vergleichbare Änderungen in konventionell hergestellten Bauwerken auf der Baustelle. Die Auswirkungen von nach Abschluss der Planung angeordneten Änderungen, die möglicherweise eine Unterbrechung der Produktion der Module bedeuten würden, können umfangreich ausfallen. Sofern sich die Produktionsdauer der Raummodule derart verzögert, dass sie sich mit dem Produktionsbeginn für ein anderes Projekt überschneidet, müssen von dem Auftraggeber unter Umständen freie Kapazitäten bei den Anbietern abgewartet werden. Die Auswirkungen von Änderungen sind aus diesem Grund sorgfältig in Gesprächen zwischen Auftraggebern und Anbietern zu erörtern. Dennoch sind insbesondere vor dem Hintergrund der weitestgehend handwerklich geprägten Tätigkeiten in der Produktion der Raummodule Planungsänderungen nach Beginn der Produktion vorstellbar. Berücksichtigt werden muss bei Änderungen insbesondere der Zeitraum zur Disponierung der Materialien. Verzögerungen wirken sich hier aufgrund des kürzeren Fertigungszeitraumes stärker als bei der konventionellen Bauweise aus.

Einen zusammenfassenden Überblick über das morphologische Merkmalsschema der Bauproduktion bei einer konventionellen Bauprojektentwicklung und bei einem Einsatz von Raummodulen zeigt die Abbildung 4.

⁵⁵ Lauer (2013), S. 56

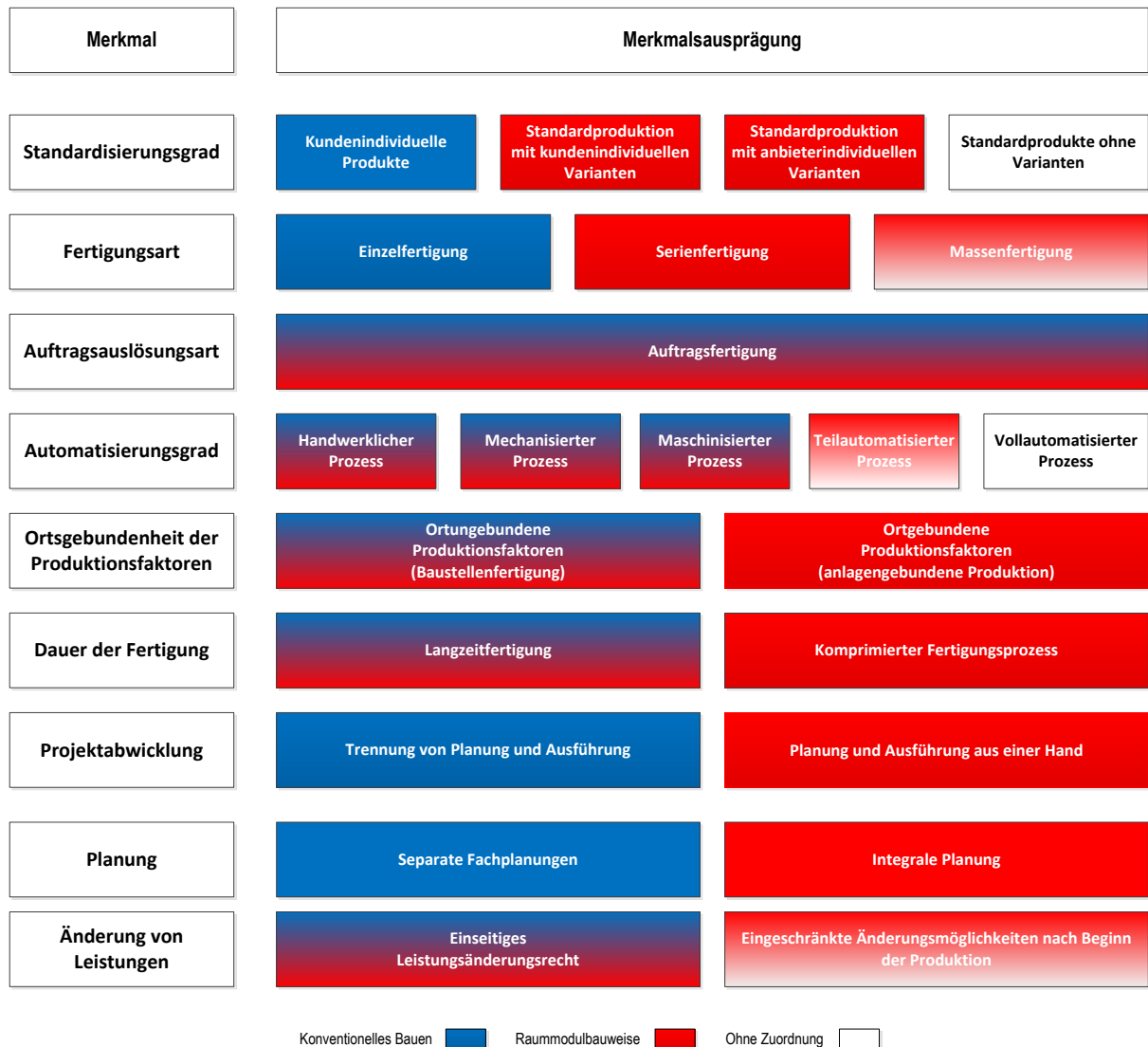


Abbildung 4: Morphologisches Merkmalschema der Bauproduktion bei einer konventionellen Bauprojektentwicklung und bei einem Einsatz von Raummodulen (verändert aus UHL, 2011, S. 209)

Die Abbildung 4 vergleicht die Merkmalsausprägungen der konventionellen Bauproduktion (*blau*) mit denen der Raummodulbauweise (*rot*) für ausgewählte Merkmale. Die weiß eingefärbten Merkmalsausprägungen stellen mögliche Varianten von Produktionen dar, die schwerpunktmäßig in keinem der beiden betrachteten Produktionsprozesse auftreten. Die Zuweisung erfolgte vereinfacht anhand der bestimmenden Charakteristiken der Bauweisen. Verhältnisse aus den Anteilen der Farbabstufungen sind nicht ableitbar.

3.3 Erforderliche Anpassungen der Bauprojektentwicklung

Die systembedingten Veränderungen in der Projektentwicklung bei einem Einsatz von Raummodulen resultieren insbesondere aus der für einen optimalen Projektlauf erforderlichen, frühzeitigen Einbindung des Anbieters der Raummodule. Die Konsequenzen sollen im

Folgenden in Anlehnung an *Giesa (2010)*, der unter anderem das industrielle Produktionssystem des Schiffbaus mit der Bauproduktion vergleicht, diskutiert werden.⁵⁶

Analog zum Schiffbau ist bei einem Einsatz von Raummodulen eine Vorspezifikationsphase sinnvoll, in der zunächst die Realisierbarkeit des Vorhabens mit dem jeweiligen Modulsystem geprüft wird. Anschließend sollte eine Konkretisierung des Bauvorhabens in Form einer Abstimmung über die übergeordneten sowie projektspezifischen Ziele, Bedürfnisse und Anforderungen des potentiellen Auftraggebers erfolgen. Zudem sollten sich die Auftraggeber frühzeitig ein Verständnis für die jeweiligen Randbedingungen und Zwänge der Raummodule verschaffen. Zur Gewährleistung eines Wettbewerbs sollten in dieser Phase Verhandlungen mit verschiedenen Herstellern, gegebenenfalls mit einer zwischenzeitigen Auswahl zur Reduzierung der Bieterzahl und anschließenden Verfeinerung der Spezifikationen, erfolgen. Gleichmaßen zu der in *Giesa (2010)* festgehaltenen projekt- und kundenspezifischen Auseinandersetzung kann in dieser Phase eine Vertrauensbildung erfolgen.

Ein Umdenken hinsichtlich der Projektabwicklung hat zudem infolge der integralen Planung zu erfolgen. Die Zusammenarbeit der verschiedenen Fachplanungen vor der Fertigung in einem komprimierten Planungsprozess unter Berücksichtigung der Anforderungen und Randbedingungen des Raummodulsystems sowie eine effiziente Gestaltung des Produktionsprozesses sind elementar. Während die Übernahme bestimmter (Fach-) Planungen durch den Anbieter, insbesondere der Technischen Gebäudeausrüstung, mittels unternehmensinterner Kapazitäten die Regel ist, erfolgt häufig vor allem die gestalterische Planung durch externe Architekten. An dieser Stelle sind gemäß *Giesa (2010)* „*systempartnerschaftliche Projektstrukturen [...] zu implementieren*“⁵⁷ und „*die Kluft zwischen den planenden Architekten und den ausführenden Bauunternehmen*“⁵⁸ ist zu überwinden. Die frühzeitige Einbindung der ausführenden Bauunternehmen bzw. Anbieter der Raummodule (optimaler Weise bereits in der Vorplanung), erfordert folglich ein Umdenken aller Projektbeteiligten und einen Kulturwandel. Ein Paradigmenwechsel ist zudem bei den Auftraggebern erforderlich, die frühzeitig planerische Entscheidungen fällen müssen. Wie zuvor bereits herausgestellt, ist eine bau- beziehungsweise fertigungsbegleitende Planung nicht möglich. Auswirkungen ergeben sich daraus unter anderem für die Anordnung von Änderungen. Anordnungen von Änderungen nach dem eigentlichen Abschluss der Planung (vor Fertigungsbeginn) können erhebliche Auswirkungen auf die Termin- und Kostenziele des Projektes haben, weil sie die eng getakteten Fertigungsprozesse im Werk unterbrechen und bei einer Verzögerung mit den Fertigungsprozessen anderer Projekte kollidieren können.

3.4 Abgeleitete Einsatzbereiche von Raummodulen

Infolge der Vorfertigung im Werk ist der Einsatz von Raummodulen unter anderem dann vorteilhaft, wenn die Baustelle wenig Platz für die klassische Baustellenfertigung und die damit verbundenen Bauprozesse sowie die erforderliche Baustelleneinrichtung bietet⁵⁹. Besonders geeignet ist die Raummodulbauweise für Projekte, die unter einer besonderen

⁵⁶ Vgl. Giesa (2017), S. 246 ff.

⁵⁷ Giesa (2010), S. 266

⁵⁸ Giesa (2010), S. 266

⁵⁹ Vgl. Steffens (2016), S. 58

Dringlichkeit stehen⁶⁰. Vorteile ergeben sich zudem bei einem hohen Bedarf nach einer Standardisierung. Gemäß *Dutczak (2013)* und *Lauer (2016)* handelt es sich insbesondere um

- Gebäude mit hohen technischen Anforderungen,
- Bauwerke mit einer großen Anzahl gleichartiger Nutzungseinheiten und
- Gebäude mit besonderen Anforderungen an Sicherheit und Hygiene.⁶¹

Bestimmte Ausführungsvarianten von Raummodulen, insbesondere Raummodule aus Stahl, bieten eine große Flexibilität.⁶² Die modulare Struktur gilt als besonders anpassungsfähig und kann Nutzungsänderungen verhältnismäßig einfach gerecht werden. Auch Gebäudeerweiterungen bis hin zu Umsetzungen kompletter Gebäude sind realisierbar. Auf Grund der auf der Baustelle lediglich anfallenden Montagearbeiten sowie der je nach Vorfertigungsgrad anfallenden Restleistungen sind die Baustellen im Vergleich zur klassischen Baustellenfertigung geprägt durch ein reduziertes Lärm- und Staubaufkommen, das sich zudem auf kurze Zeitspannen beschränkt. Folglich bietet die Raummodulbauweise auch in einem sensiblen Umfeld, zum Beispiel bei einem laufenden Klinikbetrieb, Vorteile. Dieselben Aspekte stellen auch Vorteile bei mehrgeschossigen Wohnungsbauten in Form einer städtischen Nachverdichtung dar.⁶³

Voraussetzung für eine wirtschaftliche Anwendung der Raummodulbauweise im Geschosswohnungsbau sind typisierte Grundrisse. Zudem wird ein hoher Grad an Standardisierung erforderlich, um Serieneffekte über verschiedene Bauwerke nutzen zu können. Eine Eignung der Raummodulbauweise besteht daher für den einfachen Wohnungsbau, in dem sich stark gleichende Bauvorhaben keine Seltenheit sind⁶⁴.

Ein erhöhter Aufwand in der Planungsphase und Nachteile hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit ergeben sich hingegen bei einem Einsatz von Raummodulen bei Vorhaben im mehrgeschossigen Wohnungsbau, die durch individuelle Anforderungen des Bauherrn und der Nutzer, zum Beispiel im Eigentumswohnungsbau, geprägt sind.⁶⁵ Solche kundenindividuellen Anforderungen sind insbesondere dann problematisch, wenn sie mit den standardisierten Prozessen im Werk der Anbieter der Raummodule kollidieren. Infolgedessen konzentrierte sich die Raummodulbauweise zurzeit auf die Errichtung von Hotelbauten und Wohnheimen.

Die Einsatzgebiete, für die sich die Raummodule der unterschiedlichen Anbieter optimal eignen, sind vielfältig und können in Abhängigkeit der projektspezifischen Anforderungen variieren.⁶⁶ Die Entscheidung für ein Konzept, bei der unter anderem der Grad der Standardisierung abzuwägen ist, ist unter Berücksichtigung der projektspezifischen Anforderungen mit dem Ziel der Optimierung der Wirtschaftlichkeit zu treffen.

⁶⁰ Vgl. *Dutczak (2013)*, S. 50

⁶¹ Vgl. *Dutczak (2013)*, S. 50; *Lauer (2016)*, S. 62

⁶² Vgl. *Lauer (2016)*, S. 62

⁶³ Vgl. *Hintersteininger (2015)*, S. 199

⁶⁴ Vgl. *Pause (1984)*, S. 20

⁶⁵ Vgl. *Hintersteininger (2015)*, S. 199

⁶⁶ Vgl. *Obermayr/Isopp (2017)*, S. 1

4 Zusammenfassung

Mit einem Einsatz von Raummodulen ergeben sich wesentliche Veränderungen in den Planungs- und Fertigungsprozessen der Bauproduktion. Die Vorfertigung im Werk reduziert den Anteil der Tätigkeiten auf der Baustelle signifikant. Der Anteil der Restleistungen auf der Baustelle ist abhängig von dem projekt- und anbieterspezifischen Vorfertigungsgrad. Gleichmaßen wirkt sich die Umsetzung von Standardisierungen auf die Wirtschaftlichkeit des Projektes aus.

Einen entscheidenden Unterschied in der Projektabwicklung im Vergleich zur konventionellen Bauproduktion bringt die frühzeitige Einbindung des Anbieters der Raummodule in das Projekt mit sich. Die frühzeitige Einbindung wird durch die Schnittstellen der Planung mit den Randbedingungen sowie Anforderungen der Bauweise sowie der Fertigungsprozesse erforderlich. Zudem erfordert die integrale Planung eine intensive Zusammenarbeit der verschiedenen Fachplanungen sowie zwischen Planern und ausführendem Unternehmen, das heißt dem Anbieter der Raummodule. Der frühzeitig benötigte Abschluss der Planung der Fertigung erfordert von den Auftraggebern somit frühzeitige planerische Entscheidungen. Baubeziehungsweise fertigungsbegleitende Änderungen sind nicht oder nur mit erheblichen Auswirkungen auf die Termin- und Kostenziele des Projektes möglich.

Der vorgeschlagene Ansatz, sich für die Entwicklung eines Verständnisses über die Prozessabläufe in der Projektabwicklung bei Schiffbauprojekten zu orientieren sowie die Charakteristiken im Bauproduktionsprozess bei einem Einsatz von Raummodulen wie

- die integrale Planung,
- die frühzeitige Einbindung des ausführenden Unternehmens in die Planung bis hin zu einer bedeutenden Rolle des ausführenden Unternehmens in der Planung und
- der frühzeitige Abschluss der Planung vor Fertigungsbeginn

erfordern einen Kultur- und Paradigmenwechsel. Eine partnerschaftliche Zusammenarbeit zwischen Auftraggebern, Planern, und ausführenden Unternehmen wird erforderlich. Die beschriebene Art der Projektabwicklung bei einem Einsatz von Raummodulen birgt zudem Konflikte mit den üblichen Vergabeverfahren.

Literaturverzeichnis

Bärthel (2002)

Bärthel, Jan: Industrielles Bauen : Leitfaden für KMU Geschäftsführer. Zürich : vdf Hochschulverlag an der ETH Zürich, 2002

Bauer (2013)

Bauer, Hermann: Baubetrieb. 3. vollständig neu bearbeitete Auflage. Heidelberg, 2013

Benze/Gill/Hebert (2013)

Benze, Andrea ; Gill, Julia ; Hebert, Saskia: Serieller Wohnungsbau : Standardisierung der Vielfalt. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (Hrsg.) – Studie und Projektrecherche für die IBA Berlin 2020. Berlin, 2013

Berner (2016)

Berner, Fritz: Kostensteigerungen bei öffentlichen Bauvorhaben : Visionen zum Bauen in der Zukunft. Stuttgart, 05. Dezember 2016

Boenert/Blömeke (2003)

Boenert, L. ; Blömeke, M.: Logistikkonzepte im Schlüsselfertigbau zur Erhöhung der Kostenführerschaft. In: Bauingenieur (2003), Band 78

BWI-Bau (2013)

BWI-Bau (Hrsg.): Ökonomie des Baumarktes : Grundlagen und Handlungsoptionen: Zwischen Leistungsversprecher und Produktanbieter. 2013

Derix/Isopp (2017)

Derix, Markus ; Isopp, Anne: Fragen an die Hersteller 2. In: Zuschnitt 67: Raumstapel. 2017

Dutczak (2013)

Dutczak, Marian: Bauen - aber wie? Konventionelle Bauart versus Modulbauweise. In: Deutsche Bauzeitschrift (2013), Heft 08/2013, S. 50–52

Giesa (2010)

Giesa, Ingo: Prozessmodell für die frühen Bauprojektphasen. Motzko, Christoph (Hrsg.). Institut für Baubetrieb, Technische Universität Braunschweig 2010

Girmscheid/Hofmann (2000)

Girmscheid, Gerhard ; Hofmann, E.: Industrielles Bauen - Fertigungstechnologie oder Managementkonzept. In: Bauingenieur (2000), Band 75, Ausgabe 09/2000, S. 586

Heck/Koppelhuber (2015)

Heck, Detlef ; Koppelhuber, Jörg: Mit Holzsystembau den Marktanteil erhöhen – eine baubetriebliche und bauwirtschaftliche Betrachtung. In : 21. Internationales Holzbau-Forum (IHF 2015) : Aus der Praxis - Für die Praxis forum-holzbau (Hrsg.). 2015, S. 18–36

Hintersteininger (2015)

Hintersteininger, Katharina: Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens – Anwendbarkeit im Holzbau. – Masterarbeit. Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, Projektentwicklung und Projektmanagement, TU Graz Graz, 2015

Holzbau Deutschland (2017)

Holzbau Deutschland, Informationsdienst Holz: Deutscher Holzbau Preis 2017. Berlin, 2017

Höppner/Uhl (2011)

Höppner, Gerrit ; Uhl, Sebastian: Status-quo der bauleistungsorientierten Planung und die Auswirkungen für die Materialversorgung. In : Digitale Baustelle - Innovativer Planen, effizienter Ausführen : Werkzeuge und Methoden für das Bauen im 21. Jahrhundert Günthner, Willibald; Borrmann, André (Hrsg.). Heidelberg Dordrecht London New York : Springer, 2011

Jussel/Isopp (2017)

Jussel, Richard ; Isopp, Anne: Fragen an die Hersteller 3. In: Zuschnitt 67: Raumstapel 2017

Kaufmann/Isopp (2017)

Kaufmann, Christian ; Isopp, Anne: Fragen an die Hersteller 4. In: Zuschnitt 67: Raumstapel 2017

Klemt (2018)

Klemt, Thomas: Synergien aus Digitalisierung und Lean Management bei Bauleistungsprozessen im Hochbau : Masterarbeit. Institut für Bauwirtschaft und Baubetrieb, Technische Universität Braunschweig, 2018

Knaack/Chung-Klatte/Hasselbach (2012)

Knaack, Ulrich ; Chung-Klatte, Sharon ; Hasselbach, Reinhard: Systembau : Prinzipien der Konstruktion. Basel : Birkhäuser, 2012

Lauer (2013)

Lauer, Michael: Schema ohne F. : Moderne Architektur mit Raummodulen... In: DBZ Deutsche Bauzeitschrift (2013), Heft 08/2013, S. 54–57

Lauer (2016)

Lauer, Michael: Schnell, flexibel, qualitativ : Architektur in modularer Bauweise. In: DBZ Deutsche Bauzeitschrift (2016), Heft 06/2016

Moro/Rottner/Alhodzic/Weißbach (2018)

Moro, José Luis ; Rottner, Matthias ; Alihodzic, Bernes ; Weißbach, Matthias: Baukonstruktion - vom Prinzip zum Detail : Band 1 Grundlagen. 1. Auflage 2018. Berlin : Springer Berlin, 2018

Obermayr/Isopp (2017)

Obermayr, Hans-Christian ; Isopp, Anne: Fragen an die Hersteller 5. In: Zuschnitt 67: Raumstapel 2017

Palzer et al. (2015)

Palzer, Ulrich ; Janorschke, Barbara ; Kott, Matthias ; Lützkendorf, Ingrid ; Pritzel, Cornelia ; Rebel, Birgit ; Schalling, Kerstin ; Stange, Volker: Einfluss von typisierten und vorgefertigten Bauteilen der Bauteilgruppen auf die Kosten von Neubauten und Bestandsmodernisierungen : Abschlussbericht. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.). IAB – Institut für Angewandte Bauforschung Weimar gGmbH (AZ 10.08.17.7-14.54) Weimar, 2015

Pause (1984)

Pause, Hans: Die Bedeutung der technischen und baubetrieblichen Randbedingungen für die Baudurchführung für Ausschreibung, Baupreis, Bauvertrag und Vertragsabwicklung. Betriebswirtschaftliches Institut der westdeutschen Bauindustrie 1984

Schwerdtner (2007)

Schwerdtner, Patrick: Anreizbasiertes Steuerungs- und Vergütungsmodell für Einzelvergaben im Hochbau. In : Schriftenreihe des Instituts für Bauwirtschaft und Baubetrieb Wanninger, Rainer (Hrsg.), 2007

Staib/Dörrhöfer/Rosenthal (2013)

Staib, Gerald ; Dörrhöfer, Andreas ; Rosenthal, Markus: Elemente und Systeme : Modulares Bauen - Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. Basel : Birkhäuser Verlag, 2013

Steffens (2016)

Steffens, Frank: Schluss mit baubegleitender Planung! : Vorfertigung als Lösung für innerstädtisches Bauen. In: DBZ Deutsche Bauzeitschrift (2016), Heft 06/2016, S. 56–61

Steffens (2016)

Uhl, Sebastian: Rahmenbedingung und Herausforderungen des Logistikmanagements in der Bauwirtschaft. In : Digitale Baustelle - Innovativer Planen, effizienter Ausführen : Werkzeuge und Methoden für das Bauen im 21. Jahrhundert Günthner, Willibald; Borrmann, André (Hrsg.). Heidelberg Dordrecht London New York : Springer, 2011

Empirisch oder normativ? Eine Betrachtung unterschiedlicher Forschungsansätze in der Baubetriebswirtschaft

N. Simon

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141216-0>

Natalie Simon, M.Sc.

Fachgebiet Baubetriebswirtschaft am Institut für Bauwirtschaft

Universität Kassel

n.simon@uni-kassel.de

Inhalt

1	Einleitung	344
2	Einfluss international veröffentlichter Forschungsergebnisse auf nationale Forschungsansätze	344
2.1	Wissenschaftstraditionen	345
2.2	Aktuelle Entwicklungen bei der Anwendung methodischer Forschungsansätze	346
2.2.1	Betriebswirtschaftslehre	346
2.2.2	Ingenieurwissenschaften am Beispiel der Baubetriebswirtschaft	347
3	Geeigneter Forschungsansatz für eine konkrete baubetriebswirtschaftliche Forschungsfrage	349
3.1	Zielstellung des genannten Forschungsprojekts	349
3.2	Forschungsmethodik	349
4	Fazit und Ausblick	352

1 Einleitung

Anreizorientierte Vergütungsmodelle für Bauleistungen als Lösungsansatz für Interessenkonflikte aus prinzipal-agenten-theoretisch zu betrachtenden Problemstellungen stellen in der internationalen Praxis, vor allem im angloamerikanischen Raum, keine Seltenheit mehr dar. Dass diese Art der Vergütungsmethodik ebenfalls für die nationale Baupraxis relevant ist, zeigen vorhergehende Veröffentlichungen¹ der Verfasserin dieses Beitrags auf.

Um Transfermöglichkeiten in die nationale Baupraxis identifizieren zu können, ist es notwendig, neben den Erfahrungen aus der praktischen Anwendung im internationalen Raum auch die einschlägigen internationalen Forschungsergebnisse zu untersuchen. Dabei wird deutlich, dass die Forschungsansätze derjenigen Forscher, die in international anerkannten Fachzeitschriften und Journals veröffentlichen, häufig sehr stark statistisch-empirisch orientiert sind und sich damit vom normativen Charakter der in den nationalen Ingenieurwissenschaften bisher üblichen Forschungsmethodik zum Teil deutlich unterscheiden.

Das eingangs genannte Forschungsthema bzgl. anreizorientierter Vergütungsmodelle kann im Bereich der Baubetriebswirtschaft angesiedelt werden, die als angewandte Betriebswirtschaftslehre (BWL) eine Schnittstelle zwischen der klassischen BWL und dem Bauingenieurwesen als Ingenieurwissenschaft darstellt. Innerhalb der BWL herrscht seit einigen Jahren ein angeregter Diskurs über die Entwicklung der hiesigen Forschungsansätze unter internationalem Einfluss.

In diesem Beitrag werden zunächst die Wissenschaftstraditionen der BWL und der Ingenieurwissenschaften hinsichtlich der dort üblichen Forschungsansätze kurz vorgestellt, um anschließend die diesbezüglichen aktuellen Entwicklungen zu analysieren. Vor diesem Hintergrund wird abschließend eine konkrete baubetriebswirtschaftliche Fragestellung aus dem eingangs genannten Forschungsvorhaben hinsichtlich einer zielführenden Forschungsmethodik betrachtet.

2 Einfluss international veröffentlichter Forschungsergebnisse auf nationale Forschungsansätze

Wie bereits eingangs geschildert, vereint die Baubetriebswirtschaft als angewandte BWL die Wirtschaftswissenschaften (denen die BWL zuzuordnen ist) auf der einen und die Ingenieurwissenschaften auf der anderen Seite. Beide Wissenschaftsgruppen besitzen im deutschsprachigen Raum jeweils eigene Wissenschaftstraditionen hinsichtlich charakteristischer Forschungsansätze und -methoden, die sich durch den Einfluss der internationalen Forschung aktuell im Wandel befinden.

¹ vgl. weiterführend Racky/Schröder (2017) und Schröder (2017)

2.1 Wissenschaftstraditionen

Häufig werden Wissenschaftsgruppen in Erfahrungs- und Handlungswissenschaften unterteilt. Tabelle 1 bietet eine Übersicht der nachfolgend näher beschriebenen Merkmale zu dieser Unterscheidung.

Im Mittelpunkt der Handlungswissenschaften steht das Generieren praktisch anwendbaren Wissens. Handlungswissenschaften streben nicht nach vollständigem Grundlagenwissen, sondern zielen mit dem zu generierenden Wissen auf (einzelne) Handlungskontexte ab.² Die damit einhergehenden methodischen Ansätze können als normativ-gestaltend oder auch präskriptiv bezeichnet werden.³

Erfahrungswissenschaften werden auch als empirische Wissenschaften bezeichnet und haben zum Ziel, durch Experimente, Beobachtungen, Befragungen usw. Objekte oder Sachverhalte zu untersuchen und somit grundlegendes Wissen zu generieren bzw. zu vervollständigen. Angestrebt wird hierbei im Gegensatz zu den Handlungswissenschaften ein kohärentes und konsistentes Wissenssystem, wobei die praktische Anwendung eher nachrangig ist.⁴ Die methodischen Ansätze der Erfahrungswissenschaften können als empirisch-analytisch, statistisch-empirisch oder auch deskriptiv bezeichnet werden.⁵

Tabelle 1: Merkmale der Erfahrungs- und Handlungswissenschaften⁶

	Erfahrungswissenschaften	Handlungswissenschaften
Vorrangiges Ziel	vollständiges Grundlagenwissen	praktisch anwendbares Wissen
Methodische Ansätze	empirisch-analytisch, statistisch-empirisch	normativ-gestaltend, wertend-normativ
Wirkungsweise	deskriptiv (<i>beschreibend</i>)	präskriptiv (<i>bestimmte Normen festlegend</i>) ⁷
Vorgehen	induktiv (<i>vom Einzelnen zum Allgemeinen hinführend</i>) ⁸	deduktiv (<i>das Einzelne vom Allgemeinen ableitend</i>) ⁹

Auch wenn eine eindeutige und allgemeingültige Zuordnung der Wissenschaftsgruppen nicht möglich ist, werden die **Ingenieurwissenschaften** tendenziell den Handlungswissenschaft-

² vgl. acatech (Hrsg.) (2013), S. 18

³ vgl. weiterführend Girmscheid (2007), S. 94 ff.

⁴ vgl. acatech (Hrsg.) (2013), S. 18

⁵ vgl. weiterführend Girmscheid (2007), S. 94 ff.

⁶ eigene Darstellung

⁷ vgl. „präskriptiv“ auf Duden online. URL: <https://www.duden.de/rechtschreibung/praeskriptiv> (Abrufdatum: 23.04.2018)

⁸ vgl. „induktiv“ auf Duden online. URL: <https://www.duden.de/rechtschreibung/induktiv> (Abrufdatum: 23.04.2018)

⁹ vgl. „Deduktion“ auf Duden online. URL: <https://www.duden.de/rechtschreibung/Deduktion> (Abrufdatum: 23.04.2018)

ten zugeordnet, wohingegen beispielsweise die Geisteswissenschaften eher zu den Erfahrungswissenschaften zählen.¹⁰

Die **deutschsprachige BWL**, insbesondere die Bereiche Rechnungswesen und Betriebswirtschaftliche Steuerlehre, ist traditionell geprägt von einem praktisch- bzw. wertend-normativen Forschungsansatz.¹¹ Demnach kann auch hier von einer handlungsbezogenen Wissenschaft gesprochen werden.

2.2 Aktuelle Entwicklungen bei der Anwendung methodischer Forschungsansätze

In Abschnitt 2.1 wurden beide die Baubetriebswirtschaft tangierenden Wissenschaftsgruppen in ihrer Wissenschaftstradition tendenziell den Handlungswissenschaften zugeordnet. Entscheidend dabei ist jedoch, dass sich diese Tradition im stetigen Wandel befindet und dies zumindest innerhalb der BWL seit einigen Jahren eine Grundlage für lebhafte Diskussionen bietet.

2.2.1 Betriebswirtschaftslehre

Eine Gruppe von Saarbrücker Professoren der Betriebswirtschaft beschreibt die eingangs angeführten Entwicklungen der vergangenen Jahre wie folgt:

„Der normative Forschungsansatz gerät durch die zunehmende Verbreitung des empirischen Ansatzes immer mehr ins Hintertreffen. Diese Entwicklung [...] ist in der Betriebswirtschaftslehre fachbereichsübergreifend zu beobachten.“¹²

Die Autoren kritisieren den empirischen Ansatz dabei nicht grundsätzlich, sondern sehen in seiner aus ihrer Sicht stattfindenden einseitigen Bevorzugung gegenüber dem traditionell üblichen normativen Ansatz eine Gefahr im Hinblick auf die Relevanz der BWL für die Praxis. Sie sehen die Dominanz des empirischen Forschungsansatzes, bei dem häufig große Datenmengen mit aufwändigen statistischen Methoden ausgewertet und auf Zusammenhänge geprüft würden, insofern als kritisch, da sich dieser Wertungen grundsätzlich enthalte.¹³ Ein konkreter Nutzen für die Gesellschaft sei aber nur dann gegeben, wenn praxisrelevante Forschungsergebnisse generiert würden und ein konstanter Gedankenaustausch zwischen Theorie und Praxis gewährleistet würde. Für die dazu notwendige Herleitung von Gestaltungsempfehlungen für die Praxis mit wissenschaftlichen Methoden sei der wertend-normative Ansatz und damit eine empfehlende und beratende BWL, im Gegensatz zu einer rein beobachtenden und beschreibenden BWL, unumgänglich.¹⁴

Begründet sehen die Professoren den Wandel vor allem mit dem Einfluss angloamerikanischer Fachjournals, da sich der empirische Forschungsansatz in den USA als übliche Herangehensweise etabliert habe und somit in den internationalen Fachzeitschriften dominiere.

¹⁰ vgl. acatech (Hrsg.) (2013), S. 18

¹¹ vgl. Kußmaul et al. (2017)

¹² Kußmaul et al. (2017)

¹³ vgl. Kußmaul et al. (2017)

¹⁴ vgl. Kußmaul et al. (2017)

Um Forschungsergebnisse international veröffentlichen zu können, orientierten sich auch deutschsprachige Forscher zunehmend an dieser Herangehensweise.¹⁵

2.2.2 Ingenieurwissenschaften am Beispiel der Baubetriebswirtschaft

Zur Entwicklung der Forschungsansätze der im deutschsprachigen Raum von Normen, Richtlinien und Handlungsempfehlungen geprägten Ingenieurwissenschaften, insbesondere des Bauingenieurwesens, fand bisher kein öffentlicher Diskurs bzgl. des angloamerikanischen Einflusses statt. Ein Blick in die renommierten internationalen Journals hinsichtlich des eingangs genannten Forschungsthemas lässt aber auch für die Baubetriebswirtschaft, hier stellvertretend für die Wissenschaftsgruppe der Ingenieurwissenschaften betrachtet, eine ähnliche Entwicklung vermuten.

Exemplarisch kann hier eine Veröffentlichung von Forschern der Delft University of Technology angeführt werden, die im Jahr 2016 im International Journal of Project Management unter dem Titel „How do contract types and incentives matter to project performance?“¹⁶ erschienen ist. Die Autoren stellen zunächst sechs Hypothesen auf, die sich auf den Einfluss unterschiedlicher Bauvertragstypen (*lump-sum*, *fixed price*, *reimbursable* und *partnering/alliancing*) einerseits und vertraglicher Anreize andererseits auf die *project performance* beziehen. Untersuchungsgegenstand ist dabei die Qualität des Verhältnisses zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer, die durch die Größen *relational attitudes toward collaboration* und *teamworking quality* gemessen wird. Unter Anwendung eines statistischen Modells werden Daten von 113 Projekten analysiert, indem korrelative Zusammenhänge zwischen verschiedenen Variablen ermittelt werden, um zu überprüfen, ob die angenommenen Hypothesen mit den Variablen übereinstimmen. Im abschließenden Fazit der Veröffentlichung kommen die Autoren unter anderem zu dem Ergebnis, dass ein *partnering/alliancing contract* kollaborativer als ein *lump-sum* oder *reimbursable contract* sei und die Größen *teamworking quality* und *relational attitudes toward collaboration* sowohl in *partnering/alliancing contracts* als auch in anreizbasierten Verträgen positiver ausfielen.¹⁷

Übertragen auf nationale Begrifflichkeiten haben die Autoren die Erkenntnis gewonnen, dass Projekte, die in Projektallianzen oder mit dem Partneringansatz abgewickelt werden, kollaborativer sind als Projekte mit konventionellen Vertragsmodellen (z. B. klassischer Pauschalpreisvertrag). Diese Erkenntnis ist deshalb naheliegend, da beide genannten Ansätze grundlegend auf eine Förderung der gemeinschaftlichen Zusammenarbeit der Vertragsparteien ausgelegt sind und eigens für diesen Zweck entwickelt wurden. Von der Verfasserin dieses Beitrags wird an dieser Stelle wertend angemerkt, dass ein konkreter Mehrwert für den zukünftigen, vor der Wahl eines Vergütungsmodells stehenden Anwender nicht erkennbar ist. Von höherer Praxisrelevanz wären in diesem Zusammenhang tiefergehende Fragestellungen zu konkreten Erfahrungen der Befragten mit unterschiedlichen Vertragstypen. Diese Fragestellungen liefern jedoch eher qualitative als quantitative Informationen¹⁸, sodass die

¹⁵ vgl. Kußmaul et al. (2017)

¹⁶ Suprpto et al. (2016)

¹⁷ vgl. Suprpto et al. (2016)

¹⁸ vgl. weiterführend Fellows/Liu (2015), S. 8 ff. oder auch S. 98 ff.

Erhebungsart anzupassen wäre und die Auswertung eher unter normativen Aspekten erfolgen müsste.

Eine ähnliche Vorgehensweise ist in einer 2003 unter dem Titel „Management's Perception of Key Performance Indicators for Construction“¹⁹ erschienenen Veröffentlichung im Journal of Construction Engineering und Management von Forschern der M. E. Rinker School of Building Construction in Gainesville, Florida zu erkennen. Die Autoren identifizieren zunächst in einer Literaturrecherche insgesamt 15 qualitative und quantitative Leistungsindikatoren zur Messung der *construction performance* auf der Ausführungs- und Managementebene. Mittels einer Befragung der *construction industry* werden Daten zur Einschätzung der Befragten hinsichtlich Relevanz und Gebrauchstauglichkeit dieser zuvor identifizierten Indikatoren, getrennt nach Bausektor, Managementebene und Erfahrungsstand der Befragten, gesammelt. Anschließend stellt auch in dieser Forschungsarbeit eine statistische Auswertung der Befragungsergebnisse den Hauptteil der Veröffentlichung dar. Im Ergebnis beschreiben die Autoren sechs der insgesamt 15 Indikatoren als nützlich für alle in der Umfrage vertretenen Bausektoren. Ein weiteres Ergebnis ist, dass die Beurteilung der Leistungsindikatoren abhängig von der zuvor getroffenen Eingrenzung der Befragten ist, also dass in verschiedenen Bausektoren, auf unterschiedlichen Managementebenen und mit verschiedenem Erfahrungshintergrund auch unterschiedliche Einschätzungen bezüglich der Leistungsindikatoren verbunden sind.²⁰

Auch die in dieser Veröffentlichung generierten Ergebnisse besitzen nach Auffassung der Verfasserin dieses Beitrags lediglich einen geringen praktischen Nutzen für die Praxis. Die Tatsache, dass abhängig von Fachrichtung und Position des Befragten innerhalb der eigenen Organisation bzw. des Projektes verschiedene Schwerpunkte hinsichtlich der Leistungsmessung gesetzt werden, ist auch ohne statistisch-empirische Verfahren erkennbar. In diesem Fall wären Forschungsfragen beispielsweise nach der Art der Anwendung, der Messung und Dokumentation der Indikatoren oder auch der Umgang mit den gemessenen Werten zu den Leistungsindikatoren für zukünftige praktische Anwendungen zielführend. Dies wäre jedoch mit einer wesentlich kleineren Grundgesamtheit verbunden, da eine standardisierte, einheitliche Befragung aller Umfrageteilnehmer entfallen und somit der Erhebungsaufwand für jeden einzelnen Befragten steigen würde. Ein normativer Forschungsansatz läge für die vorgeschlagenen Forschungsfragen somit auch hier nahe.

Die zuvor beschriebenen Veröffentlichungen können ausschließlich rein exemplarisch angeführt werden und stellen statistisch gesehen keine repräsentative Stichprobe aus der Grundgesamtheit dar. Dennoch zeigen sie, dass der empirische Forschungsansatz auch für die Baubetriebswirtschaft innerhalb der internationalen Forschung von Bedeutung ist. Unter Beachtung des bereits erläuterten Diskurses innerhalb der BWL liegt die Vermutung nahe, dass sich auch Wissenschaftler aus den Ingenieurwissenschaften zukünftig zunehmend am statistisch-empirischen Forschungsansatz orientieren werden, um mittels Veröffentlichungen in den renommierten internationalen Journals die eigene wissenschaftliche Reputation zu steigern.

¹⁹ Cox et al. (2003)

²⁰ vgl. Cox et al. (2003)

3 Geeigneter Forschungsansatz für eine konkrete baubetriebswirtschaftliche Forschungsfrage

Der in Abschnitt 2.2 geschilderte Umbruch in der Anwendungshäufigkeit verschiedener Forschungsansätze innerhalb der relevanten Wissenschaftsgruppen für das eingangs genannte Forschungsvorhaben wirft die Frage nach einem dafür zielführenden Vorgehen auf. Nachfolgend soll daher zunächst definiert werden, welche Merkmale die Forschungsergebnisse aufweisen und an welche Zielgruppe sie adressiert sein sollen. Anschließend werden die Grundzüge einer darauf ausgerichteten Forschungsmethodik beschrieben.

3.1 Zielstellung des genannten Forschungsprojekts

Inhaltliches Ziel des betrachteten Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines Vergütungsmodells für Bauleistungen, das neben der klassischen Fokussierung auf die Bauherrenziele hinsichtlich Kosten und Zeit eine Messung, Bewertung und Vergütung der Bauprozessqualität ermöglicht. Dazu werden Indikatoren entwickelt, die ein derartiges Vorgehen mit dem Ziel der Integration dieser zusätzlichen Vergütungskomponente in die Gesamtvergütung ermöglichen.

Da dieses Forschungsthema im Rahmen eines Promotionsvorhabens mit einer ingenieurtechnischen Herangehensweise behandelt wird, besteht zum einen ein hoher wissenschaftlicher Anspruch an Methodik und Vorgehensweise, zum anderen ist der Praxisbezug der Forschungsergebnisse ein elementares Ziel.

Als Adressat ist ein entsprechend kompetenter Anwender vorgesehen, der die Ergebnisse der Forschungsarbeit einerseits direkt für die Gestaltung zukünftiger Vergütungsmodelle nutzen, andererseits auf deren Grundlage einen eigenständigen Transfer hinsichtlich Indikatorendefinition, -messung und -bewertung vornehmen kann. Dazu ist es notwendig, konkrete Anwendungsfälle der Bauprozessqualitätsmessung und -bewertung zu betrachten, die resultierenden Vergütungsansprüche für diese Beispiele zu ermitteln und die resultierenden Ergebnisse zusätzlich um Handlungsempfehlungen bezüglich Anwendung und Transfer auf veränderte Rahmenbedingungen zu ergänzen.

Durch den Anspruch der hohen Praxisrelevanz an die Forschungsergebnisse entsteht eine handlungsbeeinflussende Wirkung durch die Ergebnisse auf den zuvor beschriebenen Adressatenkreis. Dementsprechend muss die Methodik zur Generierung derartiger Ergebnisse gestaltenden und empfehlenden Charakter besitzen und nicht ausschließlich beschreibend, sondern vor allem präskriptiv wirken. Dies entspricht gemäß Tabelle 1 und der Ausführungen in Abschnitt 2.1 einem normativen Forschungsansatz.

3.2 Forschungsmethodik

Um den zuvor formulierten Anforderungen gerecht zu werden, ist ein enger Dialog mit dem definierten Adressatenkreis unerlässlich. Für das genannte Forschungsvorhaben handelt es sich hierbei um entsprechende Vertreter der deutschen Bauwirtschaft.

Um Ansätze für die Gestaltung anreizorientierter Vergütungssystematiken generieren zu können, die für die nationale Bauwirtschaft einen Nutzen besitzen, ist es notwendig, den Status quo dieser Zielgruppe hinsichtlich Kenntnisstand und Erfahrungen mit derartigen

Modellen zu kennen und auch den aktuell bestehenden Bedarf zu erfassen. Für die Erhebung von Informationen für beide Fragestellungen bietet sich eine Befragung von Praxisvertretern der deutschen Bauwirtschaft an. Diese sollen als Repräsentanten ihrer jeweiligen Projektbeteiligengruppe (Auftraggeber, Auftragnehmer und Projektsteuerer) Expertenwissen aber auch Meinungen, Erfahrungen und Einschätzungen zum Thema der anreizorientierten Vergütungsansätze liefern. Da es sich bei diesen Informationen nicht um Zahlenwerte oder Kurzantworten handelt, entfällt die Möglichkeit zur Befragung mittels standardisierter Fragebögen. Vielmehr bietet sich als Erfassungsinstrument eine intensive verbale Befragung der Experten an, die sich einerseits an einem Leitfaden orientiert, um die Vergleichbarkeit der Befragungsergebnisse zu gewährleisten, andererseits aber durch die Möglichkeit zur flexiblen Gestaltung der Befragungsgespräche geprägt ist. Diese eingehenden Gespräche sind im Vergleich zu quantitativen Erhebungsmethoden (z. B. mittels standardisierter Fragebögen) mit einem hohen Aufwand verbunden, bieten dem Forscher aber die Möglichkeit, keine bloße Menge an Daten zu generieren, sondern eingehende Informationen von qualitativer Tiefe zu erhalten.

Die Auswertung dieser beschriebenen leitfadengestützten Expertenbefragung²¹ kann durch die vergleichsweise geringe Quantität, aber hohe Qualität der Informationen nicht rein statistisch erfolgen, sondern muss mittels analytischer Methoden durchgeführt werden.

Wie ein solches Verfahren zur Erhebung und Auswertung gestaltet werden kann, zeigt Abbildung 1. Bei dem dort visualisierten Vorgehen zur Auswertung handelt es sich um ein eigens für diese Befragung konzipiertes Verfahren, dem die von Mayer vorgestellten Auswertungsverfahren²² zugrunde liegen.

²¹ vgl. ergänzend Paar (2017)

²² vgl. weiterführend Mayer (2008), S. 47 ff.

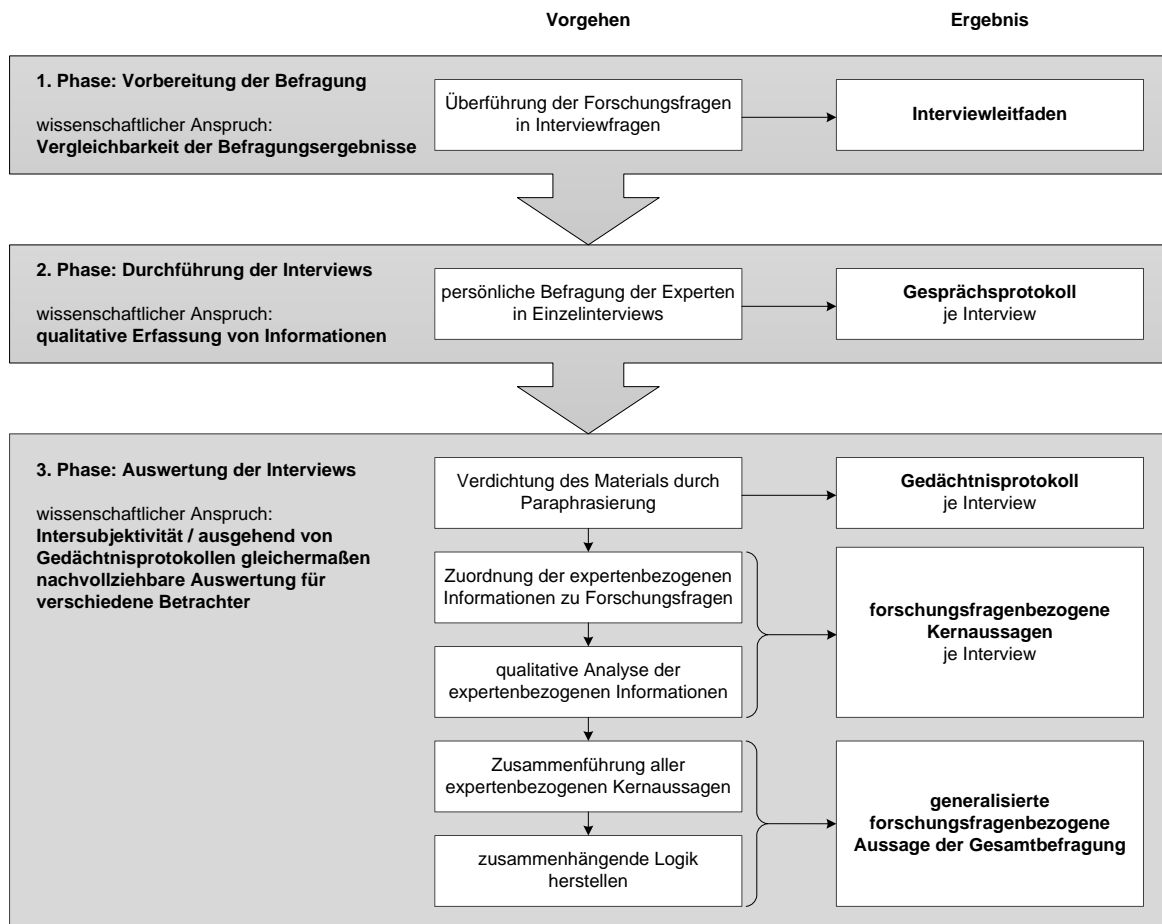


Abbildung 1: Vorgehen im Erhebungsverfahren²³

Sowohl das beschriebene Erhebungsverfahren als auch der Auswertungsansatz können als wertend-normativ bezeichnet werden. Wertend vor allem deshalb, weil bereits die Art der Gesprächsführung und die flexible Auswahl der normativen Fragen innerhalb der Befragungsgespräche subjektive Einflüsse des Forschers enthalten und auch die aus den Informationen generierten normativen Aussagen qualitativ durch den Forscher entwickelt werden.

Inhaltliches Ergebnis der Befragung ist einerseits der Stand der nationalen Praxis hinsichtlich anreizorientierter Vergütungsmodelle, andererseits der diesbezügliche Bedarf. Basierend auf diesen qualitativen Informationen und weiteren, grundlegenden Aspekten, die in diesem Beitrag nicht näher betrachtet werden, kann die Entwicklung der eingangs geforderten Indikatoren und der damit verbundenen Handlungsempfehlungen erfolgen. Ergänzt durch die beispielhafte Berechnung konkreter Anwendungsfälle kann somit durch normative Forschungsarbeit ein auch auf die Ausgangssituation und den Bedarf der Praxis ausgerichtetes Ergebnis erzeugt werden.

²³ eigene Darstellung

4 Fazit und Ausblick

In diesem Beitrag wird ein normativer Forschungsansatz zur Beantwortung einer konkreten baubetriebswirtschaftlichen Fragestellung beschrieben und dem in international veröffentlichten Forschungsarbeiten immer häufiger angewendeten statistisch-empirischen Vorgehen gegenübergestellt.

Jede wissenschaftliche Fragestellung ist hinsichtlich zielführender Forschungsansätze zu überprüfen und kann nicht allein durch die Zuordnung zu einer Wissenschaftsgruppe auch einer einheitlichen Forschungsmethodik zugeordnet werden. Dennoch sind unterschiedliche Wissenschaftsgruppen traditionell durch unterschiedliche Anforderungen und somit auch durch unterschiedliche Herangehensweisen an damit einhergehende Forschungsfragen geprägt. Dieser Beitrag zeigt auf, dass innerhalb der traditionell eher normativ geprägten baubetriebswirtschaftlichen Forschung zukünftig ein Wandel bezüglich dieser Ausrichtung zu erwarten ist. Die auszugsweise analysierten internationalen Fachzeitschriften zu baubetriebswirtschaftlichen Themen, vor allem aber auch der beschriebene Diskurs über die aktuellen Entwicklungen innerhalb der nationalen BWL, stärken die Erwartung, dass statistisch-empirische Forschungsansätze zunehmend an Bedeutung gewinnen werden.

Für den Fall einer einseitigen Ausrichtung auf das statistisch-empirische Vorgehen würde die baubetriebswirtschaftliche Forschung ihren bisher gestaltenden und empfehlenden Charakter verlieren. Aus Sicht der Verfasserin dieses Beitrags bestünde damit nicht nur die Gefahr, für die Praxis an Relevanz zu verlieren, sondern auch eine Gefahr für die Anwendbarkeit und Aussagekraft der Forschung insgesamt.

Literaturverzeichnis

acatech (Hrsg.) (2013)

Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.): Technikwissenschaften. Erkennen - Gestalten - Verantworten (acatech IMPULS). Heidelberg u. a.: Springer Verlag, 2013.

Cox et al. (2003)

Cox, Robert F., Issa, Raja R. A.; Ahrens, Dar: Management's Perception of Key Performance Indicators for Construction. In: Journal of Construction Engineering and Management, Volume 129, Issue 2, April 2003, S. 142-151.

Dudenredaktion (Hrsg.) (o. J.)

Dudenredaktion (Hrsg.): „Deduktion“ auf Duden online. URL: <https://www.duden.de/rechtschreibung/Deduktion> (Aufrufdatum: 23. April 2018).

Dudenredaktion (Hrsg.) (o. J.)

Dudenredaktion (Hrsg.): „induktiv“ auf Duden online. URL: <https://www.duden.de/rechtschreibung/induktiv> (Aufrufdatum: 23. April 2018).

Dudenredaktion (Hrsg.) (o. J.)

Dudenredaktion (Hrsg.): „präskriptiv“ auf Duden online. URL: <https://www.duden.de/rechtschreibung/praeskriptiv> (Aufrufdatum: 23. April 2018).

Fellows/Liu (2015)

Fellows, Richard; Liu, Anita: Research methods for construction. Fourth Edition. Chichester (UK): Wiley Blackwell, 2015.

Girmscheid (2007)

Girmscheid, Gerhard: Forschungsmethodik in den Baubetriebswissenschaften. 2. überarbeitete Auflage. Zürich: Eigenverlag des IBB an der ETH, 2007.

Kußmaul et al. (2017)

Kußmaul, Heinz et al.: Normative theorie- und praxisbezogene Betriebswirtschaftslehre. Methodenpluralismus am Beispiel der Betriebswirtschaftlichen Steuerlehre und der Rechnungslegung. In: Der Betrieb, Heft 24 vom 16.06.2017, S. 1337-1343.

Mayer (2008)

Mayer, Horst Otto: Interview und schriftliche Befragung. Entwicklung, Durchführung, Auswertung. 4. Auflage. München u. a.: Oldenbourg Verlag, 2008.

Paar (2017)

Paar, Lena: Alternative Abwicklungsmodelle für den Infrastrukturbau in Österreich: Quo vadis? In: Technische Universität Kaiserslautern (Hrsg.): Tagungsband. Fachkongress der wissenschaftlichen Mitarbeiter der Bereiche Bauwirtschaft, Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik. Kaiserslautern: Schriftenreihe des Fachgebiets Baubetrieb und Bauwirtschaft I Forschung Band 3, 2017, S. 217-225.

Racky/Schröder (2017)

Racky, Peter; Schröder, Natalie: Anreizorientierte Vergütungsmodelle für Bauleistungen - Ergebnisse einer diesbezüglichen empirischen Studie zu Relevanz und Forschungsbedarf. In: Fenner, Jörg (Hrsg.): Festschrift zum 60. Geburtstag von Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christoph Motzko. Darmstadt: Institut für Bauwirtschaft und Baubetrieb der Technischen Universität Darmstadt, 2017, S. 621-635.

Schröder (2017)

Schröder, Natalie: Die Relevanz anreizbasierter Vergütungsmodelle für die deutsche Bauwirtschaft – Ergebnisse einer Erhebung zum diesbezüglichen Forschungsbedarf. In: Technische Universität Kaiserslautern (Hrsg.): Tagungsband. Fachkongress der wissenschaftlichen Mitarbeiter der Bereiche Bauwirtschaft, Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik. Kaiserslautern: Schriftenreihe des Fachgebiets Baubetrieb und Bauwirtschaft I Forschung Band 3, 2017, S. 251-261.

Suprpto et al. (2016)

Suprpto, Mohammad; Bakker, Hans; Mooi, Herman; Hertogh, Marcel: How do contract types and incentives matter to project performance? In: International Journal of Project Management, Volume 34, Issue 6, August 2016, S. 1071-1087.

Änderungsmanagement bei komplexen Bauprojekten – innovative Ansätze erforderlich

T. Uhlendorf

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141249-0>

*Tino Uhlendorf, M. Sc.
Institut für Bauwirtschaft und Baubetrieb
Technische Universität Braunschweig
t.uhlendorf@tu-braunschweig.de*

Inhalt

1	Einleitung	356
2	Besonderheiten der Bauproduktion bedingen die Unvermeidbarkeit von Änderungen	356
3	Mögliche Definition und besondere Eigenschaften komplexer Bauprojekte	359
4	Thematisierung komplexer Bauprojekte im Rahmen aktueller Änderungsmanagementansätze	361
5	Fazit: Ungenügende Voraussetzungen für ein Änderungsmanagement bei komplexen Bauprojekten	362

1 Einleitung

Bei komplexen Bauprojekten sind Änderungen wohlmöglich ein nicht zu vermeidendes Risiko der Projektabwicklung. Die Komplexität solcher Bauprojekte bedingt zudem, dass Änderungen vielfältige und häufig unerwünschte Primär- und Sekundärfolgen auslösen und negative Auswirkungen auf die Projektziele nach sich ziehen können. Es liegt daher nahe, dass der Projekterfolg bei komplexen Bauprojekten entscheidend von einem gelungenen Änderungsmanagement abhängt.

Jedoch ist die Handhabung von Änderungen – insbesondere in komplexen Bauprojekten – bisher nicht umfassend erforscht. Die Erläuterungen zum Änderungsmanagement nehmen in der Bauprojektmanagementliteratur keinen hohen Stellenwert ein. Die Bedeutung wird teilweise zwar insofern hervorgehoben, dass ein Änderungsmanagement Bestandteil des Projektmanagements sein sollte. Allerdings wird dabei eher die Art der Dokumentation von Entscheidungen über die Durchführung von Änderungen beschrieben, als konkrete Hinweise zum Umgang mit Änderungen gegeben. Es stellt sich daher die Frage, wie ein Änderungsmanagement bei komplexen Bauprojekten implementiert werden kann.

Im Rahmen dieses Beitrags wird zunächst die zentrale Rolle von Änderungen in Bauprojekten anhand der Besonderheiten der Bauproduktion hervorgehoben. Anschließend wird auf Basis der Präsentation von Graden der Komplexität von Systemen eine Möglichkeit zur Abgrenzung komplexer Bauprojekte für den Hochbau vorgestellt. In diesem Zusammenhang werden zudem die besonderen Eigenschaften von komplexen Projekten betont. Darauf folgt eine Beurteilung bestehender Änderungsmanagementansätze hinsichtlich der Thematisierung der Eigenschaften komplexer Bauprojekte. Abschließend werden im Rahmen eines Fazits erste Grundzüge eines Änderungsmanagements für komplexe Bauprojekte diskutiert.

2 Besonderheiten der Bauproduktion bedingen die Unvermeidbarkeit von Änderungen

In der stationären Produktion findet der Herstellungsprozess üblicherweise in einer Halle als Serien- oder Massenfertigung aus einer Hand statt. Vor der Produktion erfolgt eine abgeschlossene Entwicklung des Produkts im selben Unternehmen (erst planen, dann produzieren). Diese sukzessive Vorgehensweise, die hier als „Standardfall“ der Herstellung von Produkten der stationären Industrie bezeichnet werden soll, trifft jedoch für gewöhnlich für den Bausektor nicht zu. Das Bauwerk als Unikat unterliegt Besonderheiten der Bauproduktion, von denen im Folgenden eine Auswahl vorgestellt wird, um anschließend vor diesem Hintergrund die Unvermeidbarkeit von Änderungen bei Bauprojekten hervorzuheben.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen der Bauproduktion und dem „Standardfall“ der stationären Industrie ist die in Deutschland übliche **Trennung von Konzeption, Konstruktion und Produktion** des Bauwerks.¹ Während diese Prozessschritte in der stationären Industrie im Regelfall in einem Unternehmen stattfinden, werden sie in der Bauwirtschaft auf verschiedene Unternehmen verteilt. Die konzeptionelle Planung übernimmt ein Architekt, die darauf

¹ Vgl. Berner et al. (2013), S. 53 ff.

aufbauende konstruktive Planung wird von gewerkespezifischen Fachplanern durchgeführt und im Anschluss wird die idealerweise vollständige Planung an ein oder mehrere Unternehmen übergeben, welche das Bauwerk produzieren. Mit allen in dieser Prozesskette Beteiligten schließt der Bauherr einen individuellen Vertrag. Die Wahrscheinlichkeit, dass die Beteiligten vorher noch nie zusammengearbeitet haben, ist daher hoch. Dieser historisch gewachsene und von vielen – insbesondere technischen, organisatorischen und vertraglichen – Schnittstellen geprägte Prozess ist fehleranfällig, weshalb auch andere Vertragsmodelle existieren, bei denen der Bauherr zum Beispiel nur ein einziges Vertragsverhältnis eingeht. Dies führt jedoch nicht zwangsläufig dazu, dass die weitere Vergabe der zu erbringenden Leistungen vom beauftragten Unternehmen nicht nach dem oben skizzierten Modell erfolgt. Die Probleme werden dann nur in eine andere Ebene verlagert.

Ein für den „Standardfall“ der Produktion der stationären Industrie nicht vorgesehener Vorgang ist die sogenannte „**baubegleitende Planung**“.² Bei 60 % der Hochbaumaßnahmen in Deutschland wird mit der Produktion des Bauwerks begonnen, obwohl die Planungen nicht in Gänze abgeschlossen sind.³ Der Grund dafür ist zumeist die Größe des Bauwerks und die damit verbundene **Langzeitfertigung**.⁴ Sobald Teilplanungen abgeschlossen sind, wird die Produktion dieser Abschnitte oder Bauteile begonnen, um die Projektlaufzeit zu verkürzen und somit Vorteile bei der Finanzierung (Verringerung der Zinslast sowie frühestmögliche Erträge) zu erzielen. Dabei besteht das Risiko, dass die fortschreitende Planung vorherige Fehlplanungen offenbart, die in der Konsequenz zum Abriss von bereits produzierten Bauteilen führen können. Die Langzeitfertigung führt zudem dazu, dass über die mitunter Jahre andauernde Projektlaufzeit Veränderungen der gesetzlichen oder wirtschaftlichen Rahmenbedingungen auftreten können, die trotz bereits geschlossener Verträge berücksichtigt werden müssen.

Ferner wird ein Bauwerk in der Regel **standortgebunden** hergestellt.⁵ Diese Besonderheit bedingt eine Reihe von Rahmenbedingungen für den Herstellungsprozess, die für den „Standardfall“ der stationären Industrie bei der Produktion in einer Fertigungshalle keine Rolle spielen. Die Bauproduktion findet für gewöhnlich **unter freiem Himmel** statt und ist damit den vorherrschenden Witterungseinflüssen ausgesetzt. Ferner erfordert die **Baustellenfertigung**, dass die Produktionsmittel zur jeweiligen Baustelle transportiert, aufgebaut und dort betrieben werden müssen. Teilweise werden Bauteile auch in Fertigteilwerken vorgefertigt, wobei die Montage und in Teilen auch die Vollendung dieser Bauteile erst auf der Baustelle erfolgt. Die standortgebundene Produktion setzt zudem voraus, dass die Logistik der Anlieferung einer individuellen Anpassung beispielsweise an die Zuwegung oder die Platzverhältnisse vor Ort (etwa bei innerstädtischen Baumaßnahmen) bedarf. Dabei sind auch die Interessen der Anrainer zu beachten, die durch den Herstellungsprozess unter anderem von Lärm- und Staubbelastungen betroffen sind. Weiterhin sind **Risiken aus der Umwelt** und den baulichen Randbedingungen zu beachten wie beispielsweise dem Bau-

² Vgl. Berner et al. (2013), S. 56

³ Vgl. Busch/Schölzel (2013), S. 177

⁴ Vgl. Schwerdtner (2007), S. 24

⁵ Vgl. Kochendörfer et al. (2010), S. 3; vgl. Uhl (2011), S. 208 f.

grund, der bei jedem Standort individuell ausgeprägt ist und für gewöhnlich nicht vorab bis ins letzte Detail untersucht wird.

Neben diesen individuellen Rahmenbedingungen aus dem Standort des Bauwerks resultieren ebenso individuelle Rahmenbedingungen aus der vom Bauherrn formulierten Aufgabenstellung. Im Gegensatz zum „Standardfall“ der Produktion der stationären Industrie, wird nicht zunächst das Produkt in Gänze für einen bestimmten Markt bzw. einen Bedarf einer Zielgruppe entwickelt und anschließend zum Beispiel in Serie produziert und verkauft. Bei der im Bausektor vorherrschenden **Einzelfertigung** besitzt der Bauherr regelmäßig einen individuellen Bedarf für einen individuellen Standort.⁶ Diese Kombination sowie die Möglichkeit zur Selbstverwirklichung, die bei gleichem Bedarf und Standort zu verschiedenen architektonischen Konzepten führen kann, begründen den unikalen Charakter des Bauwerks. Somit wird für gewöhnlich kein erprobtes Produkt, sondern ein Prototyp im Rahmen der Produktentwicklung produziert.

Unvermeidbarkeit von Änderungen

Wird die vorstehende Auswahl von Besonderheiten der Bauproduktion im Hinblick auf die Begünstigung potenzieller Änderungen im Projekt untersucht, wird deutlich, dass Änderungen einen unvermeidbaren Bestandteil der Bauproduktion darstellen.

Beispielsweise können aus der Einzelfertigung einige Aspekte hergeleitet werden, die das Potenzial für Änderungen etwa im Vergleich zur Serien- oder Massenfertigung stark erhöhen. Zum Beispiel ist der Bedarf des Bauherrn zu Beginn der Planungen häufig nicht endgültig definiert. Zum einen kann sich hierdurch ein veränderter Bedarf aufgrund von Nutzungsänderungen etwa aus sich verändernden Mieter- oder Marktstrukturen sowie politischen Einflüssen ergeben. Zum anderen werden Bestandteile vergessen – er baut schließlich häufig zum ersten (und vielleicht sogar einzigen?) Mal – oder im Zuge der fortschreitenden Planung entwickeln sich neue Ideen, die noch in das Projekt einfließen sollen. Daneben birgt die Einzelfertigung vor dem Hintergrund der unikalen Konzepte und gegebenenfalls inbegriffener Innovationen ein erhöhtes Potenzial an Fehlentwicklungen, die im Laufe des Bauprojekts korrigiert werden müssen. Insgesamt ist das Wesen des Planungsprozesses von Iterationen geprägt, sodass Änderungen an dieser Stelle bewusster Bestandteil der Vorgehensweise sein können. Änderungen an der Aufgabenstellung des Bauprojekts können so weit führen, dass für das geplante Bauwerk insgesamt eine andere Nutzung angestrebt wird. Inwiefern dies noch als Änderung bezeichnet werden kann oder vielleicht als neues Projekt bezeichnet werden muss, soll an dieser Stelle (noch) nicht geklärt werden. Es wird jedoch deutlich, dass dieser Besonderheit der Bauproduktion ein erhebliches Veränderungspotenzial für das Bauprojekt innewohnt.

Die standortgebundene Produktion birgt Änderungspotenziale etwa aus einem unerwartet ausgebildeten Baugrund. Eine sorgfältige Untersuchung des Baugrunds wird häufig vernachlässigt. Treten unerwartete Bodenverhältnisse auf, muss möglicherweise die Gründungsart neu geplant werden, was zu Änderungen am Bauwerk und der Bauprojektorganisation insgesamt führen kann.

⁶ Vgl. Bauer (2013), S. 48; vgl. Kochendörfer et al. (2010), S. 3; vgl. Berner et al. (2013), S.57

Hinsichtlich der Langzeitfertigung besteht wie erwähnt das Potenzial von Änderungen gesetzlicher und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen. Ein Beispiel wäre die Einführungen neuer Regelungen zum Brandschutz und die damit verbundene unmittelbare Umsetzungserfordernis.

Ebenso fehleranfällig und damit änderungsbegründend ist die Trennung von Konzeption, Konstruktion und Produktion. Unter anderem besteht das Risiko, dass die verschiedenen Beteiligten aufgrund der Vertragskonstellationen (jeweils Verträge mit dem Bauherrn – in der Regel keine gemeinsamen Anreize) ein tendenziell schlechteres und damit fehleranfälligeres Kommunikations- und Kooperationsverhalten pflegen als in der stationären Industrie. Daneben sind die Projektbeteiligten für gewöhnlich keine eingespielten Teams, die eine gewisse Routine durch bereits gemeinsam abgewickelte Projekte ausgebildet haben. Ferner sind die Projektbeteiligten durch die Trennung häufig nur Experten für ihren Bereich und besitzen gegebenenfalls nicht das Know-how, um das gesamte Projekt etwa vor dem Hintergrund vermeidbarer Planungsfehler im Blick zu haben.

Die vorstehend dargelegten Ansätze zeigen, dass bereits anhand weniger theoretischer Überlegungen plausibel beschrieben werden kann, dass Änderungen bei Bauprojekten eher die Regel als eine Ausnahme darstellen. Dies wird auch im Hinblick auf die beim Bauvertrag häufig zusätzlich vereinbarte VOB/B deutlich, die dem Bauherrn in § 1 Abs. 3 u. 4 ausdrücklich ein Anordnungsrecht zur Änderung des Bauentwurfs für Leistungen zugesteht, die zur funktionalen Herstellung des Bauwerks erforderlich sind. Seit dem 01.01.2018 beinhaltet auch das BGB im Rahmen des neu geschaffenen Bauvertragsrechts (§ 650a BGB ff.) eine entsprechende Regelung. Ohne solche Regelungen wäre eine gesetzeskonforme und an den (aktuellen) Zielen des Bauherrn ausgerichtete Abwicklung von Bauprojekten wohl kaum zu gewährleisten. Neben diesen Regelungen sind im Projekt weitere Maßnahmen zu ergreifen, welche die Handhabung von Änderungen und deren potenzielle Primär- und Sekundärfolgen vor dem Hintergrund der besonderen Eigenschaften komplexer Bauprojekte unterstützen.

3 Mögliche Definition und besondere Eigenschaften komplexer Bauprojekte

Aus wissenschaftlicher Sicht beschreibt Komplexität ein System aus vielfältigen Systemelementen und Beziehungen unter den Elementen.⁷ Diese unterliegen einer Dynamik, welche Veränderungen der Elemente und Beziehungen über die Zeit verursacht. Der Unterschied beispielsweise zu komplizierten Systemen liegt in der Veränderlichkeit des Systems durch die vorherrschende Dynamik. Fehlt diese Dynamik wie etwa in einem Buch, so kann der Text zwar kompliziert, aber niemals komplex sein, da der Text nicht veränderlich ist und alle Elemente und Beziehungen theoretisch bis ins Detail nachvollzogen werden können. Die folgende Abbildung stellt diese und weitere Kategorien im Hinblick auf den Grad der Komplexität von Systemen dar.

⁷ Vgl. Ulrich/Probst (2001), S. 58 ff.

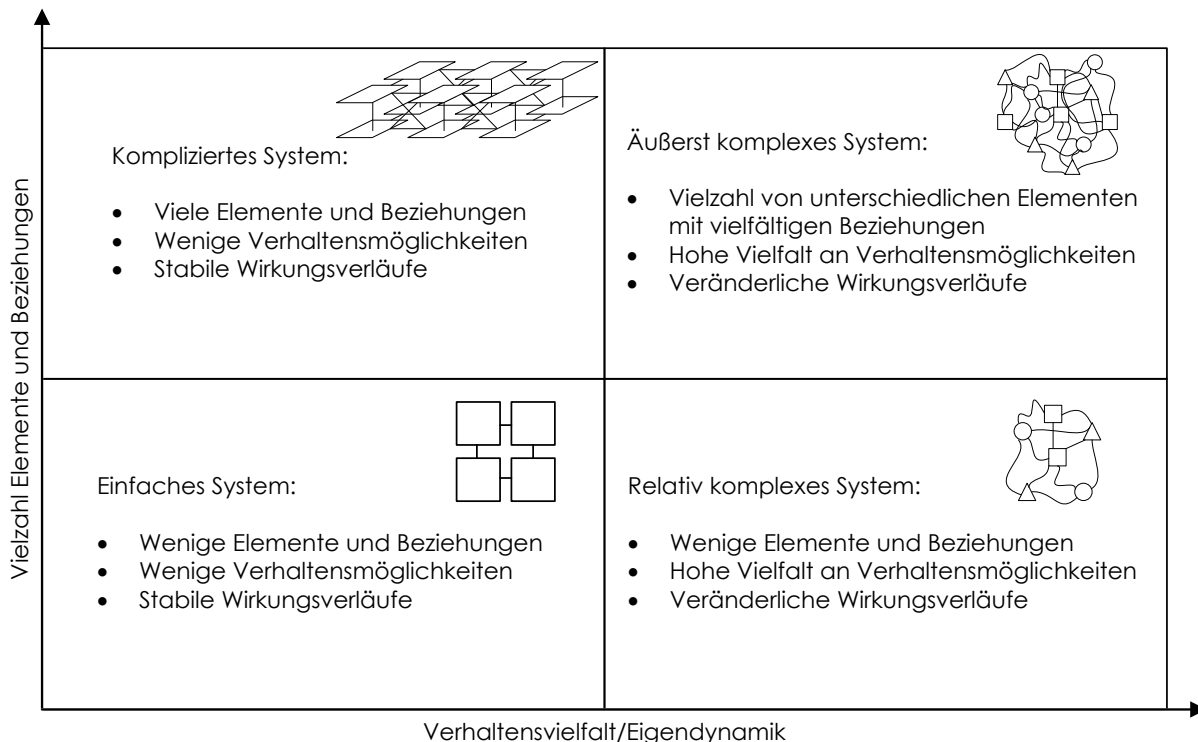


Abbildung 1: Grad der Komplexität von Systemen (Die Dynamik in den entsprechenden Systemen kann in einem statischen Bild nicht dargestellt werden.)⁸

Vor diesem Hintergrund sowie unter Berücksichtigung der im Rahmen dieses Beitrags behandelten komplexen Bauprojekte stellt sich die Frage, hinsichtlich welcher Kriterien ein Bauprojekt als komplex bezeichnet werden kann. Eine Definition etwa auf Basis der Etymologie des Begriffs „komplex“ wird als nicht zielführend erachtet, da demnach annähernd jedes Bauprojekt als komplex bezeichnet werden müsste.⁹

Das frühere Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) beschreibt im Rahmen des Projekts „Reform Bundesbau“, dass „größere Hochbaumaßnahmen“¹⁰ mit einem Bauvolumen von über 10 Millionen Euro verstärkt Defizite im Bereich der Projektabwicklung sowie der Kosten- und Terminsicherheit besitzen.¹¹ Offensichtlich erreichen die mit dem Bauvolumen steigenden Anforderungen an die Projektabwicklung an dieser Stelle einen kritischen Punkt. Nach herrschender Meinung in den sich mit dem Management komplexer Systeme befassenden Disziplinen der Wirtschaftswissenschaften sind die altbewährten und weit verbreiteten Managementansätze in Anlehnung an die Ideen Taylors aus dem Zeitalter der Industrialisierung, die bei statischen, klar trennbaren Aufgaben in komplizierten Systemen gut funktionieren, nicht für den Umgang mit der Dynamik komplexer Systeme geeignet.¹² Vor dem Hintergrund der Annahme, dass die Ansätze zum Management komplexer Bauprojekte sich von den herkömmlichen Ansätzen der Bauprojektmanagementliteratur unterscheiden sowie bisher nicht weit verbreitet sind, könnte dieser kriti-

⁸ In Anlehnung an Ulrich/Probst (2001), S. 61; Schoeneberg (2014), S. 15; Kirchhoff (2003), S. 19

⁹ Vgl. Uhlendorf et al. (2017), S. 307

¹⁰ BMUB (2016), S. 5

¹¹ Vgl. BMUB (2016), S. 5

¹² Vgl. Malik (2000), S. 43 ff.

sche Punkt die Grenze des optimalen Wirkungsbereichs herkömmlicher Managementansätze im Bauwesen darstellen. Demnach könnten Hochbauprojekte mit einem Bauvolumen größer gleich 10 Millionen Euro als komplex bezeichnet werden. Ob das Volumen jedoch als einziges Kriterium zur Bewertung der Komplexität geeignet ist, darf bezweifelt werden. Es könnte allerdings einen Richtwert abbilden, der eine aufwendige und möglicherweise ebenso wenig eindeutige Ergebnisse produzierende Analyse ersetzt. Dennoch wird es im Hinblick auf eine stabile Projektabwicklung nicht ausbleiben, die jeweils entscheidenden Komplexitätstreiber zu identifizieren und zu beherrschen.

Zur Verdeutlichung der in der Literatur beschriebenen Notwendigkeit zur Nutzung von geeigneten Managementansätzen für die Handhabung komplexer Projekte wird folgend eine Auswahl der besonderen Eigenschaften komplexer Projekte vorgestellt:¹³

- Verzögerung (Auswirkungen einer Aktion werden nicht sofort offensichtlich)
- Rückkopplung (offensichtliche Intervention führt nicht zu offensichtlichen Konsequenzen)
- Nichtlinearität (technische und soziale Verhalten sind nicht linear und nicht vorhersehbar)
- Akkumulation (Vernetzung sehr vieler Variablen, sodass die Erfassung der direkten oder indirekten Beeinflussung fast nicht möglich ist und Eigendynamiken entstehen)
- Leistungsfähigkeit (ab einem bestimmten Punkt führen Optimierungen nicht mehr zu Wertschöpfungssteigerungen, sondern nur noch zu Komplexitätssteigerungen)

Insbesondere unter Berücksichtigung der Unvermeidbarkeit von Änderungen in der Bauproduktion betonen diese Eigenschaften die Herausforderungen bei der Handhabung von Änderungen in komplexen Projekten. Die Grundlagen zur Handhabung komplexer Systeme werden im Rahmen des Komplexitätsmanagements behandelt, auf das hier nicht weiter eingegangen werden soll.

4 Thematisierung komplexer Bauprojekte im Rahmen aktueller Änderungsmanagementansätze

Im Hinblick auf die vorstehenden Erläuterungen stellt sich die Frage, inwiefern die Eigenschaften komplexer Bauprojekte im Rahmen des Änderungsmanagements bisher adressiert werden. Nach ersten Recherchen zu dieser Problematik, konnten keine passenden Konzepte erfasst werden.

Selbst die Darstellung eines Änderungsmanagements für Bauprojekte ohne speziellen Bezug zu den Eigenschaften komplexer Projekte, findet in der Literatur eher selten statt. Zudem setzt die Bauprojektmanagementliteratur keinen Schwerpunkt im Bereich des Änderungsmanagements. In der Regel lassen sich folgende Bestandteile des Änderungsmanagements identifizieren:¹⁴

- Identifikation bzw. Auftreten eines Änderungsbedarfes

¹³ Vgl. Lange (2015), S. 17 ff.

¹⁴ Vgl. Spang (2013), S. 86 ff.; vgl. AHO (2014), S.43 f.; vgl. Volkmann (1998), S. 1287 ff.

- Erfassung des Inhalts der Änderung
- Begründung und/oder Verursacher der Änderung erfassen
- Ermittlungen der Konsequenzen in finanzieller und terminlicher Hinsicht
- Ermittlung von Kompensationsmöglichkeiten
- Entscheidung über die Durchführung der Änderung
- Aktualisierung aller Unterlagen
- Vertragsänderungen
- Kommunikation der Änderung an alle Beteiligten
- Dokumentation der Änderung

Die Umsetzung des Änderungsmanagements erfolgt zumeist mithilfe von Änderungsformularen bzw. -anträgen, die einige der oben benannten Bestandteile abbilden sollen. Bezogen auf das Management komplexer Projekte sind jedoch die exakte Erfassung der Ursache oder des Verursachers sowie insbesondere der Konsequenzen der Änderungen ex ante extrem erschwert. Ferner werden etwa der Inhalt sowie die Entscheidung über die Durchführung der Änderung erfasst. Insgesamt erinnert diese Art der Handhabung von Änderungen eher an ein Dokumentationstool zur Begründung von Mehrvergütungsansprüchen als an eine aus Sicht des Bauherrn zum Management von Änderungen und deren Folgen geeignete Vorgehensweise.

Neben diesen Formularen werden Standardabläufe von Änderungsprozessen abgebildet, welche mögliche Zuständigkeiten bei der Durchführung von Änderungen darstellen.¹⁵ Jedoch beinhalten diese bis auf die groben Schritte der Änderungsantragsstellung, der Entscheidung und der Durchführung mit der Abbildung der entsprechend beratenden Beteiligten keine weiteren Details zum Management einer Änderung.

5 Fazit: Ungenügende Voraussetzungen für ein Änderungsmanagement bei komplexen Bauprojekten

Es bleibt festzuhalten, dass Änderungen ohne jeden Zweifel entscheidenden Einfluss auf die Abwicklung komplexer Bauprojekte besitzen. Die vorherrschende Komplexität bedingt jedoch, dass die direkten Auswirkungen und mögliche Sekundärfolgen von Änderungen nicht abschließend vorhergesagt werden können. Dies unterstreicht die wesentliche Bedeutung des Änderungsmanagements für Bauprojekte. Die bisherige Behandlung dieser Thematik – vor allem in der Wissenschaft – spiegelt diese zentrale Rolle im Projektgeschehen jedoch nicht wider. Zudem sind die Methoden und Instrumente zur Handhabung der Änderungen eher auf die Dokumentation derselben, als etwa auf die Organisationsentwicklung fokussiert. Im Hinblick auf die Abwicklung komplexer Bauprojekte ist jedoch unter anderem dieser Bereich entscheidend für den Erfolg der eingeleiteten Maßnahmen. Die Dokumentation von Ursachen und Auswirkungen ist wichtig, jedoch sind diese Aspekte im Rahmen der Abwicklung komplexer Bauprojekte in der Regel nicht abschließend zu klären und nur ein Teil der

¹⁵ Vgl. Volkmann (1998), S. 1287 ff.; vgl. AHO (2014), S.43 f.; vgl. Spang (2013), S. 86 ff.

notwendigen Maßnahmen. Vor allem aus Sicht des Bauherrn ist die Implementierung eines stabilisierenden Änderungsmanagements zu befürworten.

Es wird vermutet, dass die Bereiche Entscheidungen und Ziele, Projektkultur und Führung sowie Organisationsentwicklung und Verantwortlichkeiten – neben der technischen Abwicklung – wesentliche Beiträge zur Vereinfachung der Handhabung und zur Reduktion von Risiken aus Änderungen bei komplexen Bauprojekten leisten können. Der Bereich der Entscheidungen und Ziele definiert die Aufgabenstellung und Anforderungen an das Bauwerk und beschreibt damit den gesamten Inhalt der Bauaufgabe, an dem sich beispielsweise alle Änderungsvorgänge ausrichten können müssen. Im Bereich der Projektkultur und Führung müssen Grundlagen geschaffen werden, die unter anderem Transparenz und eine offene Fehlerkultur fördern, um etwa die Änderungsursachen und -folgen besser kommunizieren und kalkulieren zu können. Insgesamt spielt zudem der Faktor Mensch im Bauprojektmanagement im Vergleich zu seiner Bedeutung für den Projekterfolg etwa hinsichtlich der Funktionsfähigkeit von Kommunikation und Kooperation oder des Wissensmanagements derzeit eine unterrepräsentierte Rolle. Ferner sind die Strukturen im Bereich der Organisation und Verantwortlichkeiten so zu entwickeln, dass zum Beispiel die Handlungsfähigkeit gestärkt und Reaktionsgeschwindigkeiten verbessert werden.

In einer möglichen Forschungsarbeit zur Entwicklung eines Änderungsmanagement-Modells für komplexe Bauprojekte wäre zunächst zu klären, wie komplexe Bauprojekte zu definieren sind und welche Arten von Änderungen innerhalb solcher Projekte existieren. Darauf aufbauend könnten unter Berücksichtigung der Eigenschaften komplexer Projekte solche Bestandteile des Bauprojektmanagements identifiziert und analysiert werden, in denen die Voraussetzungen für ein effektives Änderungsmanagement geschaffen werden müssen. Anschließend wäre zu untersuchen, welche konkreten Handlungen innerhalb der geschaffenen Voraussetzungen für einen optimalen Änderungsprozess umzusetzen sind.

Literaturverzeichnis

AHO (2014)

AHO-Fachkommission „Projektsteuerung/Projektmanagement“:
Projektmanagementleistungen in der Bau- und Immobilienwirtschaft. In: AHO-
Schriftenreihe, Heft 9. Berlin, 2014

Bauer (2013)

Bauer, Hermann: Baubetrieb: 3., vollständig neu bearbeitete Auflage. Berlin;
Heidelberg, 2013

Berner et. al. (2013)

Berner, Fritz; Kochendörfer, Bernd, Schach, Rainer: Grundlagen der Baubetriebslehre
1: Baubetriebswirtschaft. Wiesbaden, 2013

BMUB (2016)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB)
Referat B II 1 (Hrsg.): „Reform Bundesbau: Bessere Kosten-, Termin- und
Qualitätssicherheit bei Bundesbauten“. Berlin, 2016

Busch/Schölzel (2013)

Busch, Antonius; Schölzel, Stefan: Optimierungsanalysen und -ansätze des Planungs-
und Schnittstellenmanagements vor Baubeginn im Vergleich zur baubegleitenden
Planung. In: Bartsch, Franziska; Herke, Sebastian (Hrsg.): Zeitreise der Planungs- und
Bauökonomie : Meilensteine der Bauökonomie ; Festschrift zum 60. Geburtstag von
Wolfdietrich Kalusche. Stuttgart, 2013, S. 176-190

Kirchhoff (2003)

Kirchhoff, Robert: Ganzheitliches Komplexitätsmanagement, In: Specht, Dieter
(Hrsg.): Beiträge zur Produktionswirtschaft. Wiesbaden, 2003

Kochendörfer et al. (2010)

Kochendörfer, Bernd; Liebchen, Jens H.; Viering, Markus G.: Bau-Projekt-
Management: Grundlagen und Vorgehensweisen. 4., überarbeitete und aktualisierte
Auflage. Wiesbaden, 2010

Lange (2015)

Lange, Sabrina: Komplexität im Projektmanagement: Methoden und Fallbeispiele für
erfolgreiche Projekte. Wiesbaden, 2015

Malik (2000)

Malik, Fredmud: Systemisches Management, Evolution, Selbstorganisation:
Grundprobleme, Funktionsmechanismen und Lösungsansätze für komplexe Systeme.
Bern; Stuttgart; Wien, 2000

Schoeneberg (2014)

Schoeneberg, Klaus-Peter: Komplexität: Einführung in die Komplexitätsforschung und Herausforderungen für die Praxis. In: Schoeneberg, Klaus-Peter (Hrsg.): Komplexitätsmanagement in Unternehmen: Herausforderungen im Umgang mit Dynamik Unsicherheit und Komplexität meistern. Wiesbaden, 2014

Schwerdtner (2007)

Schwerdtner, Patrick: Anreizbasiertes Steuerungs- und Vergütungsmodell für Einzelvergaben im Hochbau. In: Wanninger, Rainer (Hrsg.): Schriftenreihe des Instituts für Bauwirtschaft und Baubetrieb, Heft 45. Braunschweig: Institut für Bauwirtschaft und Baubetrieb, 2007

Spang (2013)

Spang, Konrad: Aufgabenstellung und Änderungsmanagement. In: Spang, Konrad (Hrsg.): Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. Berlin; Heidelberg, 2013

Uhl (2011)

Uhl, Sebastian: Logistikmanagement in der Bauwirtschaft: Rahmenbedingungen und Herausforderungen des Logistikmanagements in der Bauwirtschaft. In: Günthner, Willibald A.; Borrmann, Andre: Digitale Baustelle – innovativer Planen, effizienter Ausführen: Werkzeuge und Methoden für das Bauen im 21. Jahrhundert. Berlin; Heidelberg, 2011

Uhlendorf et al. (2017)

Uhlendorf, Tino; Kian, Shayan Ashrafzadeh; Schippmann, Felix: Die Initiierung komplexer Bauvorhaben: Eine erste begriffliche Orientierung. In: Körkemeyer, Karsten/ Kurzrock, Björn-Martin (Hrsg.): 28. BBB-Assistententreffen: Fachkongress der wissenschaftlichen Mitarbeiter der Bereiche Bauwirtschaft, Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik. Kaiserslautern, 2017

Ulrich/Probst (2001)

Ulrich, Hans; Probst, Gilbert: Anleitung zum ganzheitlichen Denken und Handeln: Ein Brevier für Führungskräfte. In: Ulrich, Hans (Hrsg.): Gesammelte Schriften, Band 3. Bern; Stuttgart; Wien, 2001

Volkman (2018)

Volkman, Walter: Entscheidungs- und Änderungsmanagement. In: Deutsches Architektenblatt. Düsseldorf: Heft 10, 1998, S. 1287 - 1289

Einflussfaktoren auf die Gestaltung von Entscheidungsunterstützungssystemen für die Bauwirtschaft

D. Waleczko | S. Haghsheno

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141251-0>

Dominik, Waleczko, M.Sc.

Institut für Technologie und Management im Baubetrieb (TMB)

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

dominik.waleczko@kit.edu

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Kfm. Shervin, Haghsheno

Institut für Technologie und Management im Baubetrieb (TMB)

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

shervin.haghsheno@kit.edu

Inhalt

1	Einleitung	368
2	Verhaltensökonomische Phänomene der Entscheidungstheorie	368
	2.1 Deskriptive und Präskriptive Entscheidungsmodelle	368
	2.2 Verhaltensökonomische Phänomene auf Basis der Prospect Theorie	369
3	Überlegungen zur Gestaltung von Entscheidungsunterstützungssystemen (EUS) für die Bauwirtschaft.....	372
	3.1 Entscheidungsmodelle.....	372
	3.2 Einfluss verhaltensökonomischer Phänomene auf EUS am Beispiel eines Experiments.....	373
	3.3 Der Einsatz des „Choosing by Advantages Decisionmaking System“ zur Abmilderung der Einflüsse aus verhaltensökonomischen Phänomenen	374
4	Zusammenfassung	375

1 Einleitung

Das Treffen von Entscheidungen ist ein wesentlicher Bestandteil der Aufgaben aller Projektbeteiligten innerhalb eines Bauprojektes. Von der Projektentwicklung bis hin zur Ausführung werden fortlaufend Entscheidungen getroffen, die für das Projektergebnis von Bedeutung sind. Methoden, die vom rationalen Handeln von Entscheidungsträgern ausgehen, sollen einen Beitrag dazu leisten, die Projektziele zu erreichen. Es konnte jedoch festgestellt werden, dass bei Entscheidungen systematische Fehler gemacht werden.¹

Um Entscheidungen transparent darzustellen und zu begründen, können Entscheidungsunterstützungssysteme (EUS) angewendet werden. Für komplexe Entscheidungen wurden Systeme entwickelt, die auf formalisierte, mathematisch basierte Verfahren zurückgreifen und für konkrete Entscheidungsprobleme (EP) bereitgestellt werden.²

Im Rahmen eines Promotionsvorhabens am KIT soll ein EUS für das Projekt *Instandsetzung von Schleusenanlagen unter laufendem Betrieb*³ entwickelt werden. Hierbei sollen die Ursachen der angesprochenen systematischen Fehler in vorhandenen Methoden der Entscheidungsfindung berücksichtigt werden. Im Rahmen dieser Veröffentlichung werden ausgewählte verhaltensökonomische Phänomene der Entscheidungstheorie, die zu diesen systematischen Fehlern führen, dargestellt. Nach einer kurzen Beschreibung der in Deutschland bekannten Formen der EUS, soll aufgezeigt werden, wie die o.g. Phänomene EUS beeinflussen können. Im Anschluss daran wird aufgezeigt, wie durch die Grundprinzipien des „Choosing by Advantages Decisionmaking System (CBA)“ diese Einflüsse vermindert werden können.

2 Verhaltensökonomische Phänomene der Entscheidungstheorie

2.1 Deskriptive und Präskriptive Entscheidungsmodelle

Die Probleme der Entscheidungsfindung werden im Rahmen der beiden Forschungsansätze der deskriptiven und präskriptiven Entscheidungstheorie betrachtet. Die präskriptiven Theorien werden auch normative Theorien genannt.⁴ Im Rahmen der deskriptiven Entscheidungstheorie werden gezielt empirisch gehaltvolle Hypothesen zum Entscheidungsverhalten von Einzelnen und Gruppen aufgestellt. Mit deren Hilfe sollen Ergebnisse von EP prognostiziert werden. Es soll herausgearbeitet werden, wie Entscheidungen tatsächlich zustande kommen. Im Gegensatz dazu versucht die präskriptive Entscheidungstheorie, Verhaltensempfehlungen zu erarbeiten. Es sollen Orientierungshilfen für die Verarbeitung von Informationen geschaffen werden. Dadurch können Entscheidungsregeln definiert werden, deren Einhaltung zu einer rationalen Entscheidung

¹ Vgl. Kahnemann/Tversky (1979) und Eisenführ/Weber/Langer (2010)

² Vgl. Ochs (2012) und Bachmann (2012)

³ Vgl. Westendarp (2017)

⁴ Vgl. Hagenlocher (2009) und Dörsam (2013)

führen soll. Die Entwicklung von EUS ist der präskriptiven Entscheidungstheorie zuzuordnen.⁵

2.2 Verhaltensökonomische Phänomene auf Basis der Prospect Theorie

Die Prospect-Theorie⁶ bzw. die kumulative Prospect-Theorie⁷ sind die bedeutendsten Modelle der deskriptiven Entscheidungstheorie. Diese wurden entwickelt, da im Laufe der Zeit anhand von hypothetischen EP nachgewiesen wurde, dass Entscheidungsträger sich entgegen der Regeln des Bernoulli Prinzips⁸, dem einflussreichsten präskriptiven Modell, entscheiden. Auf Basis dieser Ergebnisse konnten eine Reihe verhaltensökonomischer Phänomene nachgewiesen werden. Ausgewählte Phänomene werden nachfolgend beschrieben.

Sicherheitseffekt (certainty effect)

Allais entdeckte 1953 den Sicherheitseffekt. Demnach ziehen Entscheider sichere Alternativen gegenüber unsicheren Alternativen vor, auch wenn die unsicheren Alternativen einen höheren Erwartungswert haben. Der Erwartungswert⁹ $E(X)$ setzt sich aus den kumulierten Produkten der Ergebnisse mit den Wahrscheinlichkeiten der Umweltzustände einer Alternative zusammen. Um dieses Phänomen zu veranschaulichen, kann folgende Studie herangezogen werden. 72 Probanden wurden mit zwei EP konfrontiert, bei denen jeweils zwei Alternativen zur Auswahl standen. In den eckigen Klammern ist die Prozentzahl der Probanden vermerkt, die sich für die jeweilige Alternative entschieden haben:¹⁰

- A (2.500, 0,33; 2.400, 0,66; 0, 0,01)¹¹ [18]
- B (2.400, 1,0) [82]

Zwar ist der Erwartungswert von Alternative A (2.409) höher als der Erwartungswert von B (2.400), dennoch entschieden sich 83 % für Alternative B. Im zweiten EP wurde Folgendes festgestellt:

- C (2.500, 0,33; 0, 0,67) [83]
- D (2.400, 0,34; 0, 0,66) [17]

Zwar unterscheiden sich C und D gegenüber A und B nur darin, dass die Möglichkeit zu 66 % 2.400 Einheiten ausgezahlt zu bekommen eliminiert wurde, dennoch wird das höhere Risiko leer auszugehen in Kauf genommen. Dieser Effekt wurde auch anhand von nicht monetären Beispielen nachgewiesen.

Verlustaversion (reflection effect)

⁵ Vgl. Laux/Gillenkirch/Schenk-Mathes (2014) und Bamberg/Coenenberg/Krapp (2012)

⁶ Kahnemann/Tversky (1979)

⁷ Tversky/Kahnemann (1992)

⁸ Im Rahmen des Bernoulli Prinzips werden Nutzenfunktionen genutzt, um Ergebnissen reelle Nutzenwerte zuzuordnen. Es wird die Alternative ausgewählt, die den höchsten Erwartungswert erreicht.

⁹ Vgl. Laux/Gillenkirch/Schenk-Mathes (2014)

¹⁰ Kahnemann/Tversky (1979)

¹¹ Bezeichnung Alternative (Ergebnis 1, Wahrscheinlichkeit 1; ... ; Ergebnis n, Wahrscheinlichkeit n)

Im Rahmen der Verlustaversion wird aufgezeigt, dass Entscheider sich unterschiedlich verhalten, wenn Verluste anstatt Gewinne betrachtet werden.¹² Auch dieses Phänomen wurde durch diverse EP nachgewiesen. In folgendem Beispiel¹³ wurde 95 Probanden folgendes EP vorgelegt:

- A (4.000, 0,8) [20]
- B (3.000, 1,0) [80]

Gemäß dem Sicherheitseffekt entschieden sich 80 % für die mit Sicherheit behaftete Alternative B. In einem zweiten EP wurden lediglich die Vorzeichen der Ergebnisse geändert:

- C (-4.000, 0,80) [92]
- D (-3.000, 1,0) [8]

Die Probanden entschieden sich in diesem Fall zu 92 % für die riskante Variante C. Entscheider neigen demnach in einem gewissen Rahmen dazu auf größere Gewinne zu verzichten und sich somit risikoavers zu verhalten. Im Gegensatz dazu sind sie bereit, trotz des drohenden höheren Verlustes Variante C auszuwählen und sich damit risikofreudig zu verhalten.¹⁴

Framing

Das Phänomen, das inhaltsgleiche aber unterschiedlich formulierte Alternativen einen Einfluss auf die Entscheidungsfindung haben, wird Framing genannt¹⁵. Eine rationale Entscheidung sollte nicht durch eine unterschiedliche Darstellungsform beeinflusst werden. Dennoch existieren Beispiele, die diesen Effekt verdeutlichen. Framingeffekte können durch unterschiedlich formulierte Handlungsalternativen, Umweltzustände oder Konsequenzen hervorgerufen werden. Ein bekanntes Beispiel ist das Asian-Disease-Problem. Es soll gegen den Ausbruch einer Krankheit vorgebeugt werden. Der Ausbruch der Krankheit würde 600 Menschen das Leben kosten. 152 Probanden stehen zwei Behandlungsalternativen zur Verfügung:¹⁶

- A: 200 Menschen werden sicher gerettet [72]
- B: Zu 33,3 % werden 600 Menschen gerettet. Zu 66,6 % wird niemand gerettet [28]

72 % verhielten sich risikoavers, da bei gleichem Erwartungswert die sichere Variante vorgezogen wurde. Im Gegensatz hierzu wurden einer zweiten Gruppe (155 Probanden) folgende Alternativen vorgelegt:

- C: 400 Menschen werden sicher sterben [22]
- D: Zu 33,3 % wird niemand sterben. Zu 66,6 % werden 600 Menschen sterben [78]

¹² Vgl. Kahnemann/Tversky (1979) und Eisenführ/Weber/Langer (2010)

¹³ Vgl. Kahnemann/Tversky (1979)

¹⁴ Vgl. ebenda

¹⁵ Vgl. Kahnemann/Tversky (1981) und Beck (2014)

¹⁶ Vgl. ebenda

Trotz der gleichen Konsequenzen sind 78 % bereit die risikobehaftete Alternative zu wählen.¹⁷

Verankerungseffekt (Anchoring)

Menschen neigen dazu die Attraktivität von Wetten von einem Referenzpunkt aus zu bewerten. Hierbei wird der Versuch unternommen sich vom Referenzpunkt aus dem wahren Wert anzunähern, was oft unzureichend ist.¹⁸ Die Wirkung des Verankerungseffekts kann u. a. über folgenden Versuchsaufbau beschrieben werden. Es sollte abgeschätzt werden, wie viel Prozent der afrikanischen Staaten Mitglied in den Vereinten Nationen sind. Für einen Referenzpunkt wurde an einem Glücksrad gedreht. Zunächst wurde geklärt, ob der Wert über oder unter dem angezeigten Wert liegt. Anschließend sollten die Probanden abschätzen, wie hoch der Wert tatsächlich ist. Die Ergebnisse von zwei Personengruppen mit unterschiedlichen Referenzpunkten zeigen, dass dieser einen starken Einfluss auf die Schätzung hatte. Die Mediane der Schätzungen lagen bei 25 und 45 % bei Referenzwerten von 10 und 65 %.¹⁹

Dieses Phänomen hat einen besonders großen Einfluss, wenn über Preise und Konditionen verhandelt wird oder der Wert eines Gegenstandes festgelegt werden muss. Doch auch bei der Beurteilung von Leistungen und Merkmalen können vergangene Bewertungen die Beurteilung beeinflussen. In der Literatur werden vier theoretische Ansätze beschrieben, wie der Verankerungseffekt zu erklären ist. Der am häufigsten genannte Ansatz ist auf die *unzureichende Adjustierung der Schätzung* zurückzuführen. Hierbei fokussiert sich der Entscheider auf den Referenzpunkt, bevor er sich dem finalen Ergebnis annähert.²⁰

Besitztumseffekt (endowment effect)

Der Besitztumseffekt beschreibt, dass dem eigenen Besitz ein höherer Wert beigemessen wird als einem objektiv gleichwertigen Gut. Somit ist der Verkaufspreis eines Gutes, das sich im eigenen Besitz befindet, höher als der Preis, der für dieses Gut bezahlt werden würde. Bei Gütern des täglichen Bedarfs ist dieses Phänomen weniger ausgeprägt. Berater sind laut einiger Studien nicht vom Besitztumseffekt betroffen²¹. Ein Erklärungsansatz für dieses Phänomen ist, dass der Verkauf eines Gutes als Verlust wahrgenommen wird. Gemäß der Prospect-Theorie wiegen Verluste schwerer als gleichwertige Gewinne. Dieses Phänomen kann durch Aufklärung abgemindert, jedoch nicht vollständig eliminiert werden.²²

¹⁷ Vgl. Kahnemann/Tversky (1981) und Eisenführ/Weber/Langer (2010)

¹⁸ Vgl. Slovic/Lichtenstein (1971)

¹⁹ Vgl. Tversky/Kahnemann (1974) und Beck (2014)

²⁰ Vgl. Orr/Guthrie (2006); Gilovich (2008) und Beck (2014)

²¹ Vgl. Marshall/Knetsch/Sinden (1986)

²² Vgl. Beck (2014)

3 Überlegungen zur Gestaltung von Entscheidungsunterstützungssystemen (EUS) für die Bauwirtschaft

3.1 Entscheidungsmodelle

Um multikriterielle EP aus der Praxis bearbeiten zu können, werden Entscheidungsmodelle zur Gestaltung von EUS herangezogen. Multikriterielle EP liegen vor, wenn mehrere Zielsetzungen für die Entscheidungsfindung maßgebend sind.²³ Deswegen werden multikriterielle Entscheidungsverfahren (Multi Criteria Decision Making - MCDM) eingesetzt. Diese werden in zwei Verfahrensgruppen aufgeteilt, die sich durch die Menge der möglichen Alternativen unterscheiden. Die multiobjektiven Verfahren (Multi Objective Decision Making – MODM) zeichnen sich durch stetige Lösungsräume aus, deren Alternativen unendlich viele implizit festgelegte Elemente mit mehreren Zielen beinhalten. Bei multiattributiven Verfahren (Multi Attributive Decision Making – MADM) ist die Menge der zulässigen Alternativen implizit bekannt und damit endlich. Es werden nur die Alternativen betrachtet, die vom Entscheider festgelegt wurden.²⁴

Zu den multiobjektiven Verfahren gehören die Verfahren der mathematischen Programmierung, wie z. B. die Goal-Programmierung. Dies sind Verfahren, die mathematische Optimierungsprobleme sowie Rechenverfahren nutzen, um zulässige Alternativen und optimale Lösungen zu bestimmen. Es werden komplexe Probleme in mathematischen Zusammenhängen beschrieben. Dies ist besonders dann sinnvoll, wenn das EP von vielen Unsicherheiten geprägt ist und die beste Alternative ermittelt werden soll.²⁵

Die multiattributiven Verfahren werden in zwei Verfahrensbereiche unterteilt. Zunächst werden die Outranking bzw. Prävalenzverfahren, zu denen z. B. Prometheé gehört, beschrieben. Diese entspringen der europäischen bzw. französischen Entscheidungsforschung und haben das Ziel eine Lösung des EP zu finden, die für alle Beteiligten befriedigend ist. Ein Einsatz sollte vor allem dann erwogen werden, wenn dem Entscheidungsträger die eigene Präferenz nicht bekannt ist. Es werden vor allem Wertebeziehungen, z. B. über Präferenzfunktionen, zwischen den Alternativen aufgezeigt.²⁶

Die multikriteriellen Bewertungsverfahren entstammen der amerikanischen Entscheidungsforschung. Zu den bekanntesten Verfahren gehören die Multi Attribute Utility Theorie (MAUT), die Nutzwertanalyse (NWA) und der Analytical Hierarchy Process (AHP). Bei diesen Verfahren soll die Präferenzstruktur des Entscheiders vollständig abgedeckt werden, weshalb dieser eine Vorstellung über die Kriterienausprägung und –gewichtung haben sollte. Somit wird eine subjektiv als optimal erscheinende Alternative durch spezifische Bewertungsvorschriften ermittelt.²⁷

Im Rahmen des Projekts Instandsetzung unter Betrieb soll ein multikriterielles Bewertungsverfahren eingesetzt werden, da eine Befragung von zehn Wasserstraßen und Schifffahrts-

²³ Vgl. Rommelfanger/Eickemeier (2002) und Hagenlocher (2009)

²⁴ Vgl. Vincke (1986), Nitzsch (1992), Harth (2006) und Gurkasch (2007)

²⁵ Vgl. Harth (2006) und Ochs (2012)

²⁶ Vgl. ebenda

²⁷ Vgl. Nitzsch (1992), Gurkasch (2007) und Ochs (2012)

ämtern zeigte, dass Bewertungskriterien und Präferenzen vorhanden sind und nur eine begrenzte Anzahl an Alternativen zur Verfügung steht.²⁸

3.2 Einfluss verhaltensökonomischer Phänomene auf EUS am Beispiel eines Experiments

In Deutschland wurden bislang häufig Variationen der NWA, des AHP oder von Prometheé ausgewählt, um EUS zu entwickeln.²⁹ Um den Einfluss von verhaltensökonomischen Phänomenen auf multikriterielle Bewertungsverfahren zu untersuchen, wurde am Institut für Technologie und Management im Baubetrieb (TMB) am KIT als Vorstudie ein Workshop mit fünf Studierenden des Bauingenieurwesens durchgeführt. Im Workshop wurde eine Planungsbesprechung simuliert. Hierzu nahmen die Probanden die Rollen Auftraggeber, Projektentwickler, Bauleiter, Architekt und Tragwerksplaner ein. Es wurden drei inhaltlich zusammenhängende EP mit jeweils drei Alternativen entwickelt. Im Anschluss an jedes EP wurden die Ergebnisse besprochen und die Probanden wurden über die betrachteten Phänomene aufgeklärt.

Im ersten EP sollte durch eine offene Diskussionsrunde eine Lösung gefunden werden. Im Rahmen des zweiten EP wurde zur Lösungsfindung die NWA eingesetzt. Die NWA wurde ausgewählt, da die kardinale Skalierung eine einfache Handhabbarkeit und formale Nachprüfbarkeit gewährleistet. Außerdem können die Daten mithilfe von mathematischen Grundrechenarten mit überschaubarem Arbeitsaufwand verarbeitet werden. Demnach entfiel eine langwierige Einführung in die NWA. Beim dritten EP wurde den Probanden freigestellt, ob sie eine offene Diskussion oder die NWA zur Problemlösung verwenden wollen.

Insgesamt konnten während der Durchführung einige Beobachtungen dokumentiert werden. Bei jedem EP war ein potenzieller Sicherheitseffekt vorhanden. Nach einer kurzen Diskussion fiel die Entscheidung im ersten EP auf die sichere Alternative, die den höchsten Erwartungswert im Bereich Kosten aufwies. Nach der Aufklärung wurde der Sicherheitseffekt bei den folgenden EP berücksichtigt.

Ein weiterer Effekt konnte beim zweiten EP festgestellt werden. Bei zwei Alternativen wurde eine zusätzliche Auszahlung von 50.000 € angegeben. Um einen Framingeffekt untersuchen zu können, wurde die Summe einmal als Bonus für einen Dritten und in der anderen Alternative als Rückerstattung an einen Dritten ausgewiesen. Die Rückerstattung wurde bei den Probanden als selbstverständlich angesehen und daher in der Kostenbewertung nicht berücksichtigt. Der Bonus wurde als Verlust gewertet und deswegen bei der Kostenbewertung voll verrechnet.

Im dritten EP wurde wieder die NWA verwendet. Bei der Durchführung orientierten sich die Probanden stark an der Bewertung des zweiten EP. Dies wurde besonders bei den nicht monetären Kriterien deutlich. Außerdem wurden die Probanden durch die NWA teilweise dazu verleitet geringfügige Unterschiede mit unterschiedlichen Punktzahlen zu bewerten, um zu einem Ergebnis zu kommen. Ein Kostenunterschied von 10.000 € wurde mit einer Diffe-

²⁸ Vgl. Waleczko/Haghsheno/Westendarp (2017)

²⁹ Vgl. Bartussek (2008), Ruhland (2004), Wilkens (2012), Harth (2006), Rohr (2004), Fastrich (2011) und Ochs (2012)

renz von zwei Punkten gewertet. Im Rahmen des zweiten EP wurde ein Kostenunterschied von ca. 500.000 € mit drei Punkten Differenz bewertet. Als Bewertungsskala war in beiden EP dasselbe Grundgerüst gegeben. Da im zweiten EP die teuerste Variante ausgewählt wurde, wurde das Kriterium Kosten im Kriterienvergleich aufgewertet. Dies führte dazu, dass die billigeren Alternativen an zwei Stellen begünstigt wurden.

3.3 Der Einsatz des „Choosing by Advantages Decisionmaking System“ zur Abminderung der Einflüsse aus verhaltensökonomischen Phänomenen

Die Einflüsse aus verhaltensökonomischen Phänomenen sind für eine rationale Entscheidung so weit wie möglich zu minimieren. Unabhängig vom eingesetzten EUS besteht ein erster Ansatz in der Aufklärung des Entscheidungsträgers. Nachdem die Probanden im oben geschilderten Experiment über die Wirkung des Sicherheitseffektes aufgeklärt wurden, gingen diese sorgsamer mit dem Vergleich zwischen sicheren und risikobehafteten Alternativen um. Es ist demnach prinzipiell sinnvoll bei der Gestaltung und Anwendung von EUS auf mögliche Einflüsse und deren Ursachen hinzuweisen.

Eine Möglichkeit diese Ursachen bereits bei der Gestaltung des EUS zu unterbinden ist die Anwendung des „Choosing by Advantages Decisionmaking System (CBA)“.³⁰ Unter CBA werden Verfahren zusammengefasst, die es ermöglichen rationale Entscheidungen zu treffen. Andere Verfahren werden nicht von vorneherein ausgeschlossen, allerdings sind Verfahren gemäß CBA nur dann zielführend, wenn die richtigen Informationen ausgewählt und diese zutreffend zur Entscheidungsfindung genutzt werden. Die Grundregel lautet, dass Entscheidungen auf der Bedeutung von Vorteilen (advantages) beruhen. Zum Verständnis dieser Aussage müssen einige Begriffe näher definiert werden.³¹ Ein Faktor ist der Bestandteil einer Entscheidung der verschiedene Formen von Informationen, wie z. B. Kriterien, Eigenschaften oder Vorteile enthält. Eine Eigenschaft ist als ein Charakteristikum oder eine Ausprägung einer Alternative, wie z. B. das Gewicht einer Baumaschine, definiert. Als Vorteil wird der günstige Unterschied zwischen zwei Alternativen innerhalb einer Eigenschaft verstanden. Ein Nachteil beinhaltet dieselbe Information nur von einem anderen Referenzpunkt aus betrachtet. Aus diesem Grund sollten Verfahren vermieden werden, die Vor- und Nachteile einander gegenüberstellen, da ein Nachteil immer ein Vorteil einer anderen Variante ist. Dies führt zu einer doppelten Berücksichtigung der ein und selben Information.³² Eine Information wird auf zwei unterschiedliche Arten ausgedrückt, wodurch Framingeffekte auftreten können.

Um eine rationale Entscheidung treffen zu können, beinhaltet die Entscheidungsfindungsphase im CBA die folgenden vier Verfahrensschritte:

³⁰ Suhr (1999)

³¹ CBA-Verfahren sind in der deutschsprachigen Literatur noch nicht stark repräsentiert, weswegen sich noch keine einheitliche Sprachregelung zu den verwendeten Begriffen entwickelt hat. Am TMB wird aktuell die Verwendung geeigneter deutscher Termini im Kontext der sonstigen deutschen Literatur zur Entscheidungstheorie erarbeitet.

³² Vgl. ebenda

- die Eigenschaften aller Alternativen zusammenfassen
- die Vorteile jeder Alternative bestimmen
- die Bedeutung jedes Vorteils ermitteln
- Sofern die Kosten der Alternativen gleich sind, wird die Alternative mit der größten Bedeutung der Vorteile ausgewählt

Durch dieses Vorgehen können weitere Einflüsse vermieden bzw. abgemindert werden. Die Formulierung der Differenzen der einzelnen Verfahren ist notwendig, damit keine Referenzpunkteffekte auftreten. Weitere positive Effekte ergeben sich durch das Vorgehen hinsichtlich der Ermittlung der Bedeutungen der Vorteile. Dadurch, dass ausschließlich Vorteile gewichtet werden, ist eine doppelte Berücksichtigung einer Information, wie sie im Rahmen des o.g. Workshops aufgetreten ist, nicht möglich. Außerdem wird durch das beschriebene Vorgehen innerhalb der Tabellenmethode der Verankerungseffekt positiv genutzt. Im Rahmen des Entscheidungsprozesses wählt der Entscheider den Vorteil aus, der für ihn die größte Bedeutung hat und definiert die Bewertungsskala dergestalt, dass dieser Vorteil den größtmöglichen Wert erhält. Die Bewertung aller weiteren Vorteile wird an diesem Wert ausgerichtet. Der Verankerungseffekt führt in diesem Fall dazu, dass die gesamte Bewertung eine einheitliche Skalierung erhält, die sich an den maßgebenden Informationen für die Entscheidung orientiert. Durch die Anwendung dieser Grundsätze in speziell dafür entwickelten Methoden wird eine rationale Entscheidung in transparenter Weise getroffen.³³

4 Zusammenfassung

Verhaltensökonomische Phänomene können Entscheidungen unbewusst beeinflussen. Um diese Einflüsse möglichst gering zu halten, sollten bei der Gestaltung von EUS in der Bauwirtschaft einige Grundsätze beachtet werden. Zum einen hilft es, wenn Entscheider auf das Bestehen solcher Phänomene hingewiesen werden, damit sie bei der Entscheidungsfindung mögliche Ursachen erkennen und beheben können. Zum anderen können bei der Gestaltung von EUS Ursachen direkt eliminiert werden. Ein erster Schritt dazu ist die Einhaltung der Grundprinzipien des CBA. Entscheidungen sollen auf der Bedeutung von Vorteilen beruhen, um Phänomene wie Referenzpunkteffekte und Framing zu verhindern. Bei der Ermittlung der Bedeutung der Vorteile soll der Verankerungseffekt bewusst eingesetzt werden, um eine einheitliche Skalierung bei der Bewertung der Alternativen zu gewährleisten. Durch das Herunterbrechen der Entscheidung auf die relevanten Informationen und die einhergehende transparente Form der CBA-Methoden ist es möglich, möglichst rationale Entscheidungen zu treffen, die von Dritten ohne großen Aufwand nachvollzogen werden können.

³³ Vgl. ebenda

Literaturverzeichnis**Bachmann (2012)**

Bachmann, Daniel: Beitrag zur Entwicklung eines Entscheidungsunterstützungssystems zur Bewertung und Planung von Hochwasserschutzmaßnahmen. Fakultät für Bauingenieurwesen der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, 2012

Bamberg/Coenenberg/Krapp (2012)

Bamberg, Günter; Coenenberg, Adolf Gerhard; Krapp, Michael: Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre. 15. überarb. Aufl. Vahlen: München, 2012

Bartussek (2008)

Bartussek, Sabine Margret: Ein regelbasiertes Entscheidungsunterstützungssystem für Maßnahmen zur Gewässerstrukturverbesserung. Fakultät für Bauingenieurwesen der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, 2008

Beck (2014)

Beck, Hanno: Behavioral Economics - Eine Einführung. Springer Gabler: Wiesbaden, 2014

Dörsam (2013)

Dörsam, Peter: Grundlagen der Entscheidungstheorie - Anschaulich dargestellt; ausführliche Darstellung der Zusammenhänge, Aufgaben mit detaillierten. 6., überarb. Aufl. PD-Verl.: Heidenau

Eisenführ/Weber/Langer (2010)

Eisenführ, Franz; Weber, Martin; Langer, Thomas: Rationales Entscheiden. 5., überarb. und erw. Aufl., Springer: Berlin, 2010

Fastrich (2011)

Fastrich, Andreas: Entwicklung, Bewertung und Optimierung von lebenszyklusorientierten Erhaltungsstrategien im Strassenunterhalt. ETH Zürich, 2011

Gilovich (2008)

Gilovich, Thomas: Heuristics and biases - The psychology of intuitive judgment. 7. Cambridge Univ. Press: Cambridge, 2008

Gurkasch (2007)

Gurkasch, Denis: Entscheidungsfindung in Unternehmen – Der analytische Hierarchieprozess als Entscheidungsunterstützungsverfahren bei einem Standortwahlproblem. 1. GRIN Verlag: 2007

Hagenloech (2009)

Hagenloech, Thorsten: Grundzüge der Entscheidungslehre. Schriftenreihe des Kompetenzzentrums für Unternehmensentwicklung und -beratung. 1. Books on Demand: Norderstedt, 2009

Harth (2006)

Harth, Michael: Multikriterielle Bewertungsverfahren als Beitrag zur Entscheidungsfindung in der Landnutzungsplanung – unter besonderer Berücksichtigung der Adaptiven Conjoint-Analyse und der Discrete Choice Experiments. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 2006

Kahnemann/Tversky (1979)

Kahnemann, Daniel; Tversky, Amos: Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. *Econometrica*, Vol. 47, No. 2, 1979, S. 263-292

Kahnemann/Tversky (1981)

Kahnemann, Daniel; Tversky, Amos: The Framing of Decisions and the Psychology of Choice. *Science, New Series*, Vol. 211, No. 4481, 1981, S. 453–458

Laux/Gillenkirch/Schenk-Mathes (2014)

Laux, Helmut; Gillenkirch, Robert; Schenk-Mathes, Heike: Entscheidungstheorie. 9., vollst. überarb. Aufl. Springer Gabler: Berlin, 2014

von Nitzsch (1992)

von Nitzsch, Rüdiger: Entscheidung bei Zielkonflikten – Ein PC-gestütztes Verfahren. Neue betriebswirtschaftliche Forschung 95. Gabler: Wiesbaden, 1992

Ochs (2012)

Ochs, Christian: Multikriterielle Optimierung der Sanierungsplanung von Entwässerungsnetzen. Schriftenreihe des Fachgebiets Baubetrieb und Bauwirtschaft I Forschung, Band 1. Technische Universität Kaiserslautern. 2012

Orr/Guthrie (2006)

Orr, Dan; Guthrie, Chris: Anchoring, Information, Expertise, and Negotiation: New Insights from Meta-Analysis. *Ohio State Journal on Dispute Resolution*. Volume 21 Issue 3, 2006, S. 597-628

Rohr (2004)

Rohr, Torsten: Einsatz eines mehrkriteriellen Entscheidungsverfahrens im Naturschutzmanagement - Dargestellt am Naturschutzprojekt "Weidelandschaft Eidertal". Agrarwissenschaftliche Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 2004

Rommelfanger/Eickemeier (2002)

Rommelfanger, Heinrich; Eickemeier, Susanne: Entscheidungstheorie - Klassische Konzepte und Fuzzy-Erweiterungen. Springer: Berlin/Heidelberg, 2002

Ruhland (2004)

Ruhland, Alexander: Entscheidungsunterstützung zur Auswahl von Verfahren der Trinkwasserbereitung an den Beispielen Arsenentfernung und zentrale Enthärtung. Fakultät – Prozesswissenschaften der Technischen Universität Berlin, 2004

Slovic/Lichtenstein (1971)

Slovic, Paul; Lichtenstein, Sarah: Comparison of Bayesian and Regression Approaches to the Study of Information Processing in Judgment. *Organizational Behaviour and Human Performance* 6, 1971. S. 649-744

Suhr (1999)

Suhr, Jim: *The Choosing by Advantages Decisionmaking System*. Quorum Books: Westport/London, 1999

Tversky/Kahnemann (1974)

Tversky, Amos; Kahnemann, Daniel: Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases. *Science, New Series* vol. 185, 1974, S. 1124-1131

Vincke (1986)

Vincke, Philippe: Analysis of multicriteria decision aid in Europe. *European Journal of Operational Research* 25, 1986, S. 160-168

Marshall/Knetsch/Sinden (1986)

Marshall, James; Knetsch, Jack; Sinden, J.A.: Agents' Evaluations and the disparity in measures of economic loss. *Journal of Economic Behavior and Organization* 7, 1986, S. 115-127

Wilkens (2012)

Wilkens, Ines: *Multikriterielle Analyse zur Nachhaltigkeitsbewertung von Energiesystemen – Von der Theorie zur praktischen Anwendung*. Fakultät – Prozesswissenschaften der Technischen Universität Berlin, 2012

Waleczko/Haghsheno/Westendarp (2017)

Waleczko, Dominik; Haghsheno, Shervin; Westendarp, Andreas: Instandsetzung von Einkammerschleusen unter laufendem Betrieb – Notwendigkeit eines Entscheidungsunterstützungssystems zur Verfahrensauswahl. Raupach, M. (Hrsg.), Tagungsband 5 Kolloquium Erhaltung von Bauwerken 24 und 25. Januar 2017 Technische Akademie Esslingen.

Westendarp (2017)

Westendarp, Andreas: BAW/WSV – Projekt „Instandsetzung unter Betrieb“. Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), Kolloquium Instandsetzung von Schleusen unter Betrieb ▪ 17. und 18. Oktober 2017 in Karlsruhe, S. 3-10

Revitalisierungspotenzial von Hochbunkern in Deutschland

N. Weitmann

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141253-0>

*M. Sc. Natalie Weitmann
Institut für Baubetriebslehre
Universität Stuttgart
natalie.weitmann@t-online.de*

*Dipl.-Wirt.-Ing. Elena Schiebelbein
Institut für Baubetriebslehre
Universität Stuttgart
elena.schiebelbein@ibl.uni-stuttgart.de*

Inhalt

1	Einleitung	380
2	Die Spezialimmobilie Hochbunker.....	380
	2.1 Grundlagen.....	380
	2.2 Geschichte.....	381
3	Gestaltung.....	383
	3.1 Typisierung	383
	3.2 Technischer Aufbau	384
4	Revitalisierung.....	384
	4.1 Entwicklungsmöglichkeiten	384
	4.2 Sanierung und Umnutzung	385
5	Ausblick.....	388

1 Einleitung

Architektonische Bauwerke sind nie ausschließlich neutral - sie sind immerwährend von gesellschaftlichen Einflüssen geprägt und spiegeln deren Zeitgeist wider. So repräsentieren vor allem emotionsbehaftete Errichtungen aus den Jahren des Krieges, das Leiden und die Gewalt der damaligen Zeit. Insbesondere die Entstehungsphase von Luftschutzbauten ist an das besonders dunkle Geschichtskapitel des Zweiten Weltkriegs gekoppelt. Ein Kapitel, welches auf Grund der nationalsozialistischen Vergangenheit Deutschlands von der Bevölkerung lange tabuisiert und größtmöglich gemieden wurde. Es überrascht insofern nicht, dass diesen Immobilien, den verbliebenen Bunkeranlagen, lange wenig Beachtung geschenkt wurde und sie somit unverändert als stille Zeitzeugen das städtische Erscheinungsbild einiger Regionen prägen. Mit der Zeit, insbesondere jedoch durch die inzwischen vorherrschende, zeitlich begründete, emotionale Distanz, verbunden mit einem mehrfachen Generationenwechsel, wird eine Annäherung an diese Thematik indessen immer unkomplizierter.

2 Die Spezialimmobilie Hochbunker

2.1 Grundlagen

Luftschutzbunker gehören zur Gattung der Spezialimmobilien, auch Sonderimmobilien genannt. Da Luftschutzbunker dieselbe Entstehungszeit, dieselben zur Herstellung verwendeten Materialien sowie denselben Nutzungszweck aufweisen, stellen sie eine eigene, individuelle sowie hochspezialisierte Bauaufgabe und Typologie dar.¹ Aufgrund der Tatsache, dass zwischen 1935 und 1945 tausende dieser Bunkeranlagen entstanden sind, wird auch vom „größten zweckgebundenen Bauprojekt der Menschheitsgeschichte“ gesprochen.²

Trotz der einheitlichen Bauaufgabe lassen sich verschiedene Bunkertypen definieren, die sich zunächst in ihren Höhenniveaus unterscheiden. Dabei sind rund 40 % der Bauwerke oberirdisch errichtet, 23 % teilversenkt und 37 % vollständig unter der Erde. Unterirdisch und hybrid errichtete Bunkeranlagen liegen heutzutage meist in museumsartiger Form vor und sind generell weniger für hochwertige Umnutzungen geeignet, da sie aufgrund fehlender Belichtung ein unbehagliches Klima aufweisen. Wird das Produkt aus der in der Abbildung 1 dargestellten Nutzflächengröße sowie der oben beschriebenen Verteilung gebildet, zeigt sich, dass der Typus Hochbunker das größte Flächenpotenzial bietet.³

¹ Vgl. Schmitz (2015a), S. 29

² Vgl. Neckelmann (2014), S. 7

³ Vgl. Heinemann / Zieher (2008), S. 34 - 36

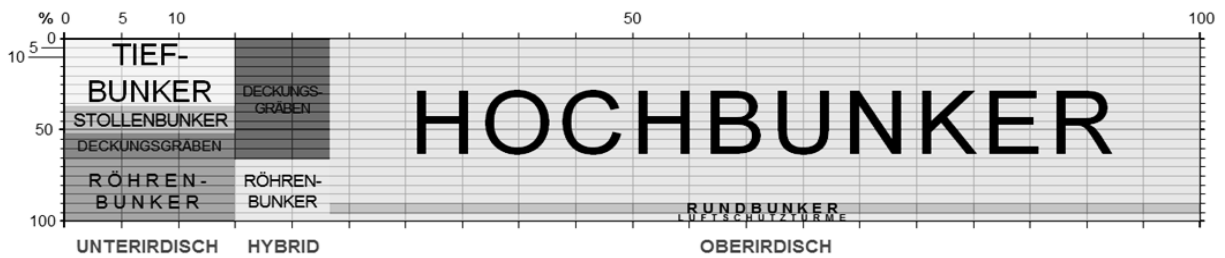


Abbildung 1: Flächenpotenziale der Bunkertypen4

Allerdings ist eine genaue Anzahl dieser Hochunker ist nicht feststellbar. Da es keine gesetzliche Pflicht zur Meldung von Bunkern auf nichtbundeseigenen Grundstücken gibt, ist es kaum möglich, eine einheitliche und von allen Beteiligten kommunizierte Anzahl festzustellen. Es wird jedoch überschlägig von 3.000 Bunkieranlagen im ehemaligen deutschen Reichsgebiet ausgegangen. Zusammen mit den Bauten für Krankenhäuser, Industrie sowie die der Wehrmacht, lassen sich etwa 6.000 verbunkerte Objekte festschreiben.⁵

2.2 Geschichte

Bereits im Mittelalter nutzten die Menschen Burgen zur Verteidigung vor kriegesischen Angriffen. Ihre massiven Mauern boten Schutz vor Bedrohungen der horizontalen Ebene, da bislang keine Gefahr aus der Luft zu erwarten war.⁶ Im Ersten Weltkrieg erweiterte die Luftwaffe den Krieg erstmals auf die 3. Dimension. Mit Beginn des Zweiten Weltkriegs 1939 wurde die Bedrohung aus dem Luftraum erneut real. Als die Luftwaffe des englischen Kriegsgegners im Herbst 1940 immer massiver wurde, folgte ein Umdenken in der deutschen Kriegsführung, welche den Schwerpunkt bislang auf den aktiven Luftschutz legte. Die Stärkung passiver Maßnahmen war nun unumgänglich.⁷

Am 10. Oktober 1940 startete per „Führererlass“ das „Führer-Sofortprogramm“ mit entsprechendem Maßnahmenplan zur reichsweiten Errichtung tausender Luftschutzbunker für das Volk.⁸ Das gewaltige Bauprogramm umfasste in seiner ersten Welle sogenannte „Luftschutzorte I. Ordnung“, deren Einwohnerzahl größer als 100.000 war, sowie andere luftschutzgefährdete Regionen und rüstungswichtige Industrie- und Verkehrsknotenpunkte. Die ab November 1940 entstandenen Bunker orientierten sich an den vom Reichsluftfahrtministerium veröffentlichten „Anweisungen für den Bau bombensicherer Luftschutzräume“.⁹ Bei der architektonischen Gestaltung wurde lediglich Wert auf den Wehrcharakter der Bauwerke gelegt, die Ausgestaltung sollte sich an den Notwendigkeiten des Krieges orientieren.

Der Bau der zweiten Welle begann im späten Sommer 1941. Diese Bauphase orientierte sich an den Erfahrungswerten der ersten Bunkerwelle. Um der gewachsenen Durchschlagkraft der weiterentwickelten Bomben entgegenzuwirken, wurden Wände und Abschlussdecken massiver dimensioniert. Des Weiteren wurde fortan auf aufwendige Baukörperverklei-

⁴ Vgl. Heinemann / Zieher (2008), S. 36

⁵ Vgl. Neckelmann (2014), S. 12

⁶ Vgl. Schmitz (2015a), S. 28

⁷ Vgl. Foedrowitz (2002), S. 9 ff.

⁸ Vgl. Kaule (2016), S. 12 f.

⁹ Vgl. Foedrowitz (2002), S. 19 ff.

dungen und Detailgestaltungen verzichtet. Generell galten für Bunker der zweiten Welle die „Bestimmungen für den Bau von Luftschutzbunkern“ als Leitfaden. Diese wurden vom Reichsminister der Luftfahrt und Oberbefehlshaber der Luftwaffe - Inspektion des Luftschutzes - herausgegeben.¹⁰ Grundsätzlich wurde der Bunkerbau nun detaillierter geregelt. Hierzu wurde ein „Einzelraum für 6 Personen“ verbindlich vorgeschrieben, aus dem die übrigen Räume systematisch entwickelt wurden.¹¹

Am 06.12.1945 wurde durch den Alliierten Kontrollrat der vier Siegermächte die Entmilitarisierung Deutschlands beschlossen. Da die Bunker zu den übrigen Schutzbauten der Dringlichkeitsstufe II zählten, mussten sie zusammen mit sämtlichen militärischen Anlagen vernichtet und gesprengt werden.¹² Es gab jedoch die Einschränkung, dass „(...) für die Besatzungsmacht oder die deutsche Zivilbevölkerung notwendige“ Bauten von der Zerstörung ausgenommen blieben. Zudem führten die Sprengungen oft zur Zerstörung der intakten Umgebungsbebauung, sodass bis 1950 die aufwändigen Bunkersprengungen gänzlich eingestellt wurden.¹³ Es folgten 1948 „verbindliche Richtlinien zur Behandlung der Bunkeranlagen“, welche aufgrund der enormen Beseitigungskosten und der akuten Wohnraumnot die Umnutzung der Bunker zu Wohnzwecken ermöglichten. So blieben die Bunkeranlagen auch nach dem Kriegsende räumlicher und psychologischer Bestandteil des täglichen Lebens.

Mit dem Anfang des Kalten Krieges 1950 begann die Bundesregierung mit einem „Entfestigungsstop“ die Organisation eines zivilen Luftschutzes zu erwägen. Um die noch intakten Bunkeranlagen erneut für den Luftschutz nutzbar zu machen, wurden diese zwangsgeräumt.¹⁴ Anschließend wurde damit begonnen, viele der Bunker wieder instand zu setzen, zu modernisieren oder völlig neu zu errichten.¹⁵ Letztlich ergänzte das „Nutzbarmachungsprogramm“ von 1977 die nicht entfestigten Bunker mit Schutzraumtechnik im Hinblick auf die atomare Bedrohung. Neue Zugänge, Sandfilterkammern und Wasseraufbereitungsanlagen rüsteten die Schutzräume gegen atomare, biologische und chemische Waffen zu sogenannten ABC-Schutzräumen auf.

Letztendlich feierte im Jahr 1990 die Friedensbewegung mit der Wiedervereinigung Deutschlands ihren Triumph. Somit verloren die Bunkeranlagen nun endgültig ihre Funktion als Schutzbauwerke für den Zivilschutz. In einer zweiten, großen Enttrümmerungswelle wurden Altlasten beseitigt und Grundstücke für Neubauten freigemacht. Aufgrund der Gefahren in Folge einer Sprengung und der hohen Kosten eines manuellen Abbruchs, wurden nicht alle Anlagen nach ihrer Stilllegung rückgebaut, sondern häufig auch vermietet. Die Schallisolierung der massiven Wände machte sie zuletzt nicht selten für Betreiber von Diskotheken und Musikproberäumen interessant.

¹⁰ Vgl. Kuhrmann (2015), S. 20 f.

¹¹ Vgl. Schrader (1943), S. 84 ff.

¹² Vgl. Foedrowitz (2002), S. 154

¹³ Vgl. Neckelmann (2014), S. 73 ff.

¹⁴ Vgl. Foedrowitz (2002), S. 150 ff.

¹⁵ Vgl. Kaule (2016), S. 15 f.

Der Beendigung des Zivilschutzprogramms folgte schlussendlich die Aufhebung der Zivilschutzbindung im Jahr 2007, womit die Auseinandersetzung der Bunkerhistorie symbolisch eingeleitet wurde.¹⁶

3 Gestaltung

3.1 Typisierung

Luftschutzbunker sollten aus der Luft nicht identifizierbar sein, weshalb deren städtebauliche Einbindung zur Tarnung genutzt wurde. Ihre Kubatur orientierte sich an der umliegenden Bebauung. Weitere Tarnmaßnahmen waren etwa aufgesetzte Dächer, die konstruktiv keinen Schutz boten, oder Türme, welche die Gestalt einer Kirche imitieren sollten.¹⁷

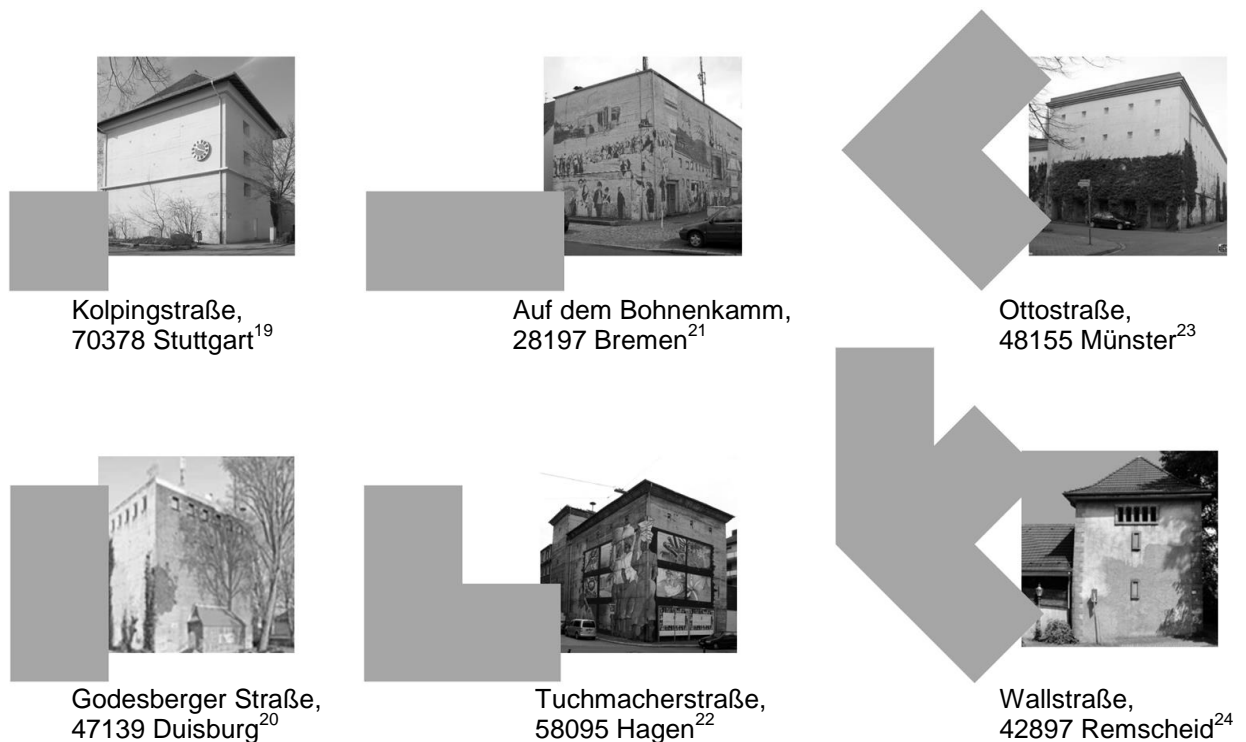


Abbildung 2: Bunkerformen¹⁸

¹⁶ Vgl. Kuhrmann (2015), S. 24 f.

¹⁷ Vgl. Schmitz (2015a), S. 37 ff.

¹⁸ Vgl. Schmitz (2015a), S. 46

¹⁹ Schutzbauten Stuttgart e.V. (27.09.2017), Internetquelle

²⁰ Drewes (2017), S. 27

²¹ Von Seggern (2017), S. 4

²² Westdeutscher Rundfunk Köln (27.09.2017), Internetquelle

²³ Etzkorn (27.09.2017), Internetquelle

²⁴ Keusch (27.09.2017), Internetquelle

3.2 Technischer Aufbau

Wissenschaftliche Untersuchungen des Luftschutzbaus wurden bereits vor der Reglementierung der ersten Bunkerbauwelle Mitte der 30er Jahre im Hinblick auf die kommende Bedrohung vorangetrieben. 1937 entstand mit dem „Institut für baulichen Luftschutz“ eine Forschungseinrichtung an der Technischen Hochschule Braunschweig, welche für spätere Entwicklungen relevante Untersuchungen ausarbeitete. Anfängliches Ziel war die Ausformung von Modellregeln, mit denen verschiedene Schutzbaukonstruktionen im verkleinerten Maßstab erprobt werden konnten,²⁵ um die Entwicklung einheitlicher Bautypen und -serien voranzutreiben, die für die Bombenangriffe ausreichend Schutz boten. Hierbei war vor allem die Außenhülle aus Stahlbeton maßgeblich. Heutzutage wird bei dem zum Bunkerbau verwendeten Ort beton von „blauem Beton“ gesprochen. Aufgrund seines hohen Anteils an besonders feinem Zement, färbt sich dieser Beton während des Aushärtungsprozesses durch eine chemische Reaktion blau. Er besitzt eine hohe Frühfestigkeit, benötigt aber 30 bis 50 Jahre, um vollständig auszuhärten.²⁶ Mit einem Zementeinsatz von ca. 400 kg/m³ erreicht der „blaue Beton“ im Vergleich zu durchschnittlichen Massenbetonen mit einem Zementgehalt von 220 - 350 kg/m³ enorme Festigkeiten und zählt während des Zweiten Weltkriegs wie auch heute zu den widerstandsfähigsten Betonen seiner Zeit.²⁷ Um den hohen Anforderungen eines geringen Stahlverbrauchs bei hoher Schutzwirkung gerecht zu werden, wurde mit der Braunschweiger Bewehrung eine neue Schutzbewehrung entwickelt, die sich für den Bunkerbau besonders eignete und reichseinheitlich nahegelegt wurde. Sie verfügte erstmalig über eine ungleichmäßige Stahlverteilung, wobei 60 % an der stark belasteten Innenseite des Baukörpers angeordnet waren.²⁸ Die oberen Stahleinlagen verhinderten die Ausbildung eines „Sprengtrichters“ nicht, sodass die Widerstandsfähigkeit davon unberührt blieb und deren Verzicht eine Materialersparnis bedeutete. Bis auf die unterste Stahlmatte, die das Herausbrechen großer Betonblöcke verhindern sollte, besaßen die Stahleinlagen große Maschenweiten, um die Betonverarbeitung mit grobkörnigem Zuschlag und niedrigem Wasserzementfaktor zuzulassen.²⁹ Die Braunschweiger Bewehrung bildet zusammen mit dem hochfesten blauen Beton eine optimale und bombensichere Kombination.

4 Revitalisierung

4.1 Entwicklungsmöglichkeiten

In den wachsenden Städten, den sogenannten „growing cities“, herrscht ein hoher Nachfragedruck bei knappen Flächenressourcen. Als Konsequenz dessen kommt es schlussendlich zu enormen Kaltmieten und immensen Kaufpreisteigerungen. Dabei befinden sich Hochbunker nicht selten in attraktiven urbanen Lagen und bieten somit entsprechende Flächenpotenziale. Der hohe materielle Wert der verwendeten Baustoffe wie auch die damals prakti-

²⁵ Vgl. Foedrowitz (2002), S. 27 f.

²⁶ Vgl. Kunze (07.09.2017), Internetquelle

²⁷ Vgl. Dornbach (07.09.2017), Internetquelle

²⁸ Vgl. Danielzik (07.09.2017), Internetquelle

²⁹ Vgl. Kristen / Ehrenberg (1944), S. 10

schen, heutzutage aber modern anmutenden Sichtbetonoberflächen, bilden einen vielmals unterschätzten Wert dieser Sonderimmobilien.

Ferner sind bei der Umnutzung unterschiedliche Eingriffe in die bestehende Bausubstanz möglich. Durch Ergänzen, Trennen, Schichten, Transformieren oder Dekonstruieren kann der Bunker verändert werden. Dabei ist jedes Objekt individuell zu betrachten und benötigt einen eigenständigen Ansatz im Hinblick auf Nutzung und Kombination von Alt und Neu. Die ausschließliche Denkmalkonservierung der Bauwerke kann als Veränderungssperre und damit fortschrittsfeindlich wirken.³⁰ Eine Nutzung der Baudenkmäler schützt diese vor Verfall. Die Herausforderung der Umnutzung ist daher, der Bausubstanz mit Innovation zu begegnen, schließlich machen der technische Fortschritt innerhalb des bunkerspezifischen Betonsegments wie auch die Tatsache der Entwicklung der innerstädtischen Bodenpreise die Hochbunkernutzung wirtschaftlich durchaus attraktiv. Weitere Vorteile im Sinne der Nachhaltigkeit sind die Nutzung der vorhandenen Infrastruktur, die Reduzierung des Abfalls durch Abbruch, das Recycling der Gebäudeelemente, die Minimierung des Endenergieverbrauchs und die Verlängerung des Immobilienlebenszyklus.

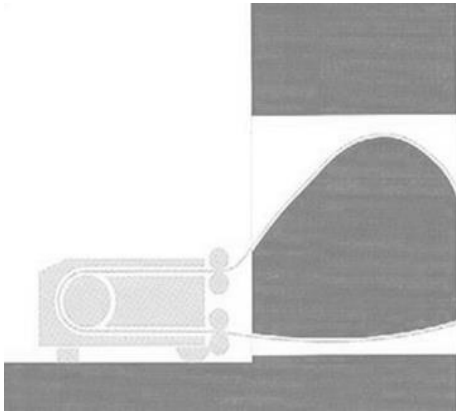
Im gewöhnlichen Zyklus der Stadtstruktur erhalten Nachnutzungskonzepte aus dem Bestand eine immer höhere Bedeutung. Aufgrund der gewaltigen Lebensdauer der Bunker von über 200 Jahren bieten diese dafür ein entsprechendes Potenzial.³¹ Hierbei ist die Ergreifung privater Initiativen zielführend, wenn der Staat mit der Bewältigung dieser übergreifenden Aufgabe überfordert ist. Abbruchmaßnahmen führen dabei zum Verlust kultureller Werte und identitätsstiftender Elemente, weshalb vielmehr auf die vielfältigen Möglichkeiten des Umgangs mit der Historie zurückgegriffen werden sollte, sofern diese wirtschaftlich und bauordnungsrechtlich vertretbar sind.

4.2 Sanierung und Umnutzung

Die meisten Hochbunker in Deutschland bieten ein Flächenpotenzial, welches eine Revitalisierung für höherwertige Nutzungen zulässt. Jedoch ist für eine solche Nutzung die Gewährleistung einer ausreichenden Belichtung unerlässlich. Diese kann durch die Herstellung von Öffnungen in der Fassade ermöglicht werden. Obwohl die Massivität der Bunkerwände sowie der obersten Geschossdecke zunächst abschreckend wirken, kann durch die heutige Technik auch mit solchen Betonmassen umgegangen werden. Die detaillierte Planung und Vorbereitung dieser Fassadenöffnung ist bei einem Bunkerprojekt enorm relevant, da der bewegte Beton einen extremen Kostenfaktor darstellt und erheblichen Einfluss auf die Bauzeit hat. Der Geräteeinsatz und die Gesamtplanung sowie die Durchführung der Maßnahmen sollten im Allgemeinen bestenfalls durch einen erfahrenen Betontrenntechniker erfolgen. Hierbei ist ein besonderes Augenmerk auf das Diamantseilsägen zu richten, da sich diese Methode aus der Erfahrung bereits umgesetzter Projekte etabliert hat und die einsetzbaren Mittel aufgrund der Wandstärke bislang stark begrenzt sind.

³⁰ Vgl. Jessen (2000), S. 124 ff.

³¹ Vgl. Schmitz (2015b), S. 97

Tabelle 1: Seilsägearbeiten^{32,33}**Seilsägen**

- Harte Diamantkörner sind in Metallbindung oder keramischen Bindungsstrukturen eingebettet und kraftschlüssig auf ring- oder hülsenförmige Perlenträgerkörper aufgebracht
- Benötigt Kernbohrungen an den Ecken, um ein Diamantseil durch die Durchstöße durchzuziehen
- Endlosseil wird über Antriebsrad bewegt und über Umlenkspulen auf Spannung gehalten
- Funktionsweise gleicht einem Flaschenzug
- Präziser Einsatz in jede Richtung möglich, zu schneidende Materialstärke fast unbegrenzt
- Geräte sind als elektrisch, hochfrequenz- oder hydraulikbetriebene Modelle erhältlich

Hervorzuheben ist hierbei, dass die Aufteilung der Betonblöcke durch Schneiden kleinerer Blöcke ggf. einen erheblichen Einfluss auf die Kosten hat. Darüber hinaus sind Abbruch- und Betontrennarbeiten stets mit starker Schall-, Schutt- und Staubentwicklung verbunden. Ein entsprechendes Schallschutzkonzept ist dementsprechend ratsam. Des Weiteren sind eine Wässerung im Ganzen sowie eine Wassereinspeisung im direkten Einsatzbereich der Werkzeuge notwendig, um den Staub zu binden.³⁴

Die Raumhöhen der Hochbunker, die vor 1941 errichtet wurden, liegen zwischen 2,70 m und 2,90 m. Ab der zweiten Bunkerwelle wurde die Reduzierung auf 2,30 m verbindlich vorgeschrieben. Bei diesen nach Norm erbauten Bauwerken, können bei einer Umnutzung eventuell zusätzlich erforderliche Bodenaufbauten, etwa für Schallschutz, Beläge und Leitungen, die lichte Raumhöhe weiter reduzieren. Da die Geschossdeckenstärken der Zwischengeschosse jedoch mit 18 bis 25 cm mit konventionellem Wohn- und Gewerbebau vergleichbar sind, ist deren Sanierung bzw. Umbau weit weniger aufwändig als Eingriffe in der Außenhülle. Des Weiteren wurde die innere Baustruktur generell nicht kraftschlüssig mit der Abschlussdecke und den Außenwänden verbunden, um Erschütterungen durch Bombeneinschläge abzufangen und die innere Tragstruktur nicht zu zerstören. Somit ist eine vollständige Entkernung des Bunkerinneren relativ unproblematisch. Zu beachten ist hingegen, dass tragende Innenwände aufgrund der begrenzten Spannweiten häufig als Zwischenlager notwendig waren. Zudem ist bei Bunkern keine Typenstatik vorhanden, sodass tragende Bauteile bei Eingriffen stets individuell betrachtet und geprüft werden müssen.³⁵

Weiterhin eignen sich Hochbunker deshalb für eine Umnutzung, da sowohl Wasser- und Stromanschlüsse wie auch eine ausreichende Anzahl an Lüftungsschächten verbaut wurden.

³² Vgl. Heinemann / Zieher (2008), S. 130 ff.

³³ Vgl. Schmitz (2015c), S. 113 ff.

³⁴ Vgl. Schmitz (2015c), S. 111 ff.

³⁵ Vgl. Schmitz (2015b), S. 101 ff.

Die vorhandene Erschließung lässt sich zudem auf einfache Weise durch einen Aufzug ergänzen. Wichtig ist jedoch das Aufbringen einer Wärmedämmung. Steht die Fassade unter Denkmalschutz, gestalten sich Dämmarbeiten aufgrund häufig fehlender Grenzabstände im äußeren Bereich oder auf Grund von anderen gestalterischen Gründen als schwierig. Alternativ findet die energetische Sanierung durch die Durchführung von Innendämmmaßnahmen statt. Im Hinblick auf die Außendämmung bewirkt die große Speichermasse der Betonwände eines Bunkers ein phasenverschobenes Raumklima, sodass bereits aufgeheizte Wände ausreichende Temperaturen bewirken, wenn in üblichen Gebäuden bereits die Heizperiode beginnt. Im Gegenzug wird mehr Zeit und Energie benötigt, um ausgekühlte Wände wieder zu erwärmen. Des Weiteren ist bei der innenarchitektonischen Gestaltung beispielsweise die Angleichung der Böden zu berücksichtigen, falls diese unterschiedliche Höhen aufweisen bzw. keine waagrechte Fläche bilden. Ferner ist stets mit erhöhten bestehenden Maßtoleranzen zu rechnen und umzugehen. Die Grundrissgestaltung ist hinsichtlich der Lebenszyklusbetrachtung der Bunker generell derart zu entwickeln, dass sie möglichst zukunftsfähig ausgearbeitet wird, um der enormen Lebensdauer der Gebäudesubstanz gerecht zu werden und die getätigten Aufwendungen durch Nachhaltigkeit wirtschaftlich zu rechtfertigen.



Abbildung 3: Grundriss - vor und nach der Umnutzung³⁶

Dementsprechend kann sich an den vielen positiven Projektbeispielen orientiert werden, die etwa für Wohnzwecke, gewerbliche oder Spezialnutzungen umgewidmet wurden.

³⁶ PlanQuadrat Projekt GmbH & Co. KG Stuttgart (2017)



Abbildung 4: Umgesetzte Revitalisierungsbeispiele^{37,38, 39,40}

5 Ausblick

Um das Revitalisierungspotenzial von Hochbunkern in Deutschland auszuschöpfen und eine Rückführung in den Lebenszyklus erfolgreich durchführen zu können, ist der differenzierte Umgang mit der Historie von großer Bedeutung, da sich die Menschen mit dem Projekt und seiner städtebaulichen Integration aufgrund seines Einflusses auf die zukünftige Stadtentwicklung identifizieren sollen. Hierbei ist eine gewisse Balance zu halten, indem das Objekt nicht starr versteinert, sondern modern interpretiert werden sollte und eine ausgewogene Kombination von Alt und Neu definiert wird. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen die teilweise in Vergessenheit geratenen Bauwerke aus dem Schutz ihrer Bemalung und Berankung hervorgeholt und an den heutigen Zeitgeist angeglichen werden.

³⁷ Interpane Glas Industrie AG (14.11.2017), Internetquelle
³⁸ Hauer Dipl.-Ing. Architekten BDA (11.11.2017), Internetquelle
³⁹ CADMAN GmbH (13.11.2017), Internetquelle
⁴⁰ INDEX Architekten BDA (13.11.2017), Internetquelle

Literaturverzeichnis

Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (Hrsg.)

Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (Hrsg.) (2015): Bunker beleben, Berlin: Jovis Verlag, 2015

Drewes (2017)

Drewes, L.: Wohnen in Beton, Bonn: Bundesanstalt für Immobilienaufgaben, 2017

Foedrowitz (2002)

Foedrowitz, M.: Bunkerwelten: Luftschutzanlagen in Norddeutschland, Eggolsheim: Dörfner Verlag, 2002

Heinemann/Zieher (2008)

Heinemann, A.; Zieher, H.: Bunker update: Vorschläge zum heutigen Umgang mit Bunkern in innerstädtischen Lagen, Dortmund: Rohn, 2008

Jessen (2000)

Jessen, J.: Umnutzungen im Bestand: neue Zwecke für alte Gebäude, Stuttgart: Karl Krämer Verlag, 2000

Kaule (2016)

Kaule, M.: Bunkeranlagen: Gigantische Bauten in Deutschland und Europa, 3., aktualisierte Auflage, Augsburg: Weltbild Verlag, 2016

Kristen/Ehrenberg (1944)

Kristen, T.; Ehrenberg, K.: Die Entwicklung der Schutzbewehrung von Wehrbauten insbesondere LS-Bauten aus Stahlbeton, Braunschweig: Institut für baulichen Luftschutz der Technischen Hochschule Braunschweig, 1944

Kuhrmann (2015)

Kuhrmann, K.: Historie - Anmerkungen zu Hintergründen, Entwicklungen und Auswirkungen der Bauaufgabe Hochbunker, in: Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (Hrsg.): Bunker beleben, Berlin: Jovis Verlag, 2015, S. 17 - 26

Neckelmann (2014)

Neckelmann, H.: Anhalter Bunker Berlin: Die bewegte Geschichte eines monumentalen Bauwerks, 1. Auflage, Berlin: Berlin Story Verlag, 2014

Schmitz (2015a)

Schmitz, A.: Bunkertypologie - Typen und Charaktere, in: Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (Hrsg.): Bunker beleben, Berlin: Jovis Verlag, 2015, S. 27 - 74

Schmitz (2015b)

Schmitz, A.: Immobilie - Investition in Beton, in: Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (Hrsg.): Bunker beleben, Berlin: Jovis Verlag, 2015, S. 93 - 102

Schmitz (2015c)

Schmitz, A.: Dekonstruktion - Durch die Wand, in: Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (Hrsg.): Bunker beleben, Berlin: Jovis Verlag, 2015, S. 109 - 120

Schrader (1943)

Schrader, H.: Über die Planung von LS.-Bunkern des LS.-Führerprogramms, in: Baulicher Luftschutz, 7. Jahrgang, Heft Nr. 5, S. 75 - 106

Von Seggern (2017)

Von Seggern, T.: Bunker in Bremen, Oldenburg: Bundesanstalt für Immobilienaufgaben, 2017

Betriebsinterne Unterlagen

PlanQuadrat Projekt GmbH & Co. KG Stuttgart (2017)

Internetquellen**CADMAN GmbH (13.11.2017)**

http://cadman.de/de/expose/papillon?section=_1j1lmk9

Danielzik (07.09.2017)

<http://bunker.amaot.info/bunker31.htm>

Dornbach (07.09.2017)

<http://www.dornbach.com/de/baulexikon/blauer-beton.html>

Etzkorn (27.09.2017)

<http://www.ruhrnachrichten.de/1165402>

Hauer Dipl.-Ing. Architekten BDA (11.11.2017)

<http://hauer-architekten.de/?p=608>

INDEX Architekten BDA (13.11.2017)

<http://www.index-architekten.de/bunkeraufstockung.0.html>

Interpane Glas Industrie AG (14.11.2017)

<http://www.interpane.de/de/news/exzenterhaus-bochum.html>

Keusch (27.09.2017)

<https://www.rga.de/lokales/remscheid/hochbunker-wird-mietlager-duesseldorfer-unternehmen-erwirbt-denkmal-geschuetztes-objekt-4108746.html>

Kunze (07.09.2017)

<http://www.elkage.de/src/public/showterms.php?id=3609>

Schutzbauten Stuttgart e.V. (27.09.2017)

<http://www.schutzbauten-stuttgart.de/de-de/bauwerke/hochbunker/bw122steinhaldenfeld.aspx>

Westdeutscher Rundfunk Köln (27.09.2017)

<http://www1.wdr.de/nachrichten/ruhrgebiet/versteigerung-hochbunker-hagen-100.html>

Ein herzlicher Dank gilt unseren Sponsoren für ihre Unterstützung!



Ein herzlicher Dank gilt unseren Sponsoren für ihre Unterstützung!

The logo for STRABAG, featuring the word "STRABAG" in bold red capital letters, centered between two thick black horizontal bars.

CANZLEI.DER RECHTSANWÄLTE



Ein herzlicher Dank gilt unseren Sponsoren für ihre Unterstützung!



Die Anordnung der Logos ist durch das Layout bedingt.